Über Corallinaceae von Annobon.

Von

R. Pilger.

Mit 55 Figuren im Text.

Im Verlaufe der von Herzog Adolf Friedrich zu Mecklenburg geleiteten Deutschen Zentralafrika-Expedition 1910/1911 verweilte Dr. J. Mildbraed von September bis Oktober 1911 auf der kleinsten und abgelegensten Guinea-Insel, Annobon. Von Land und Leuten und von der Vegetation der Insel entwirft uns der Reisende eine anschauliche Schilderung in dem Expeditionswerke: Vom Kongo zum Niger und Nil (1912) im 26. Kapitel. Die schwarzen Felsklippen von Annobon hegen eine reiche Vegetation von Meeresalgen; von ihnen hat Dr. Mildbraed eine größere Sammlung angelegt und mir zur Bearbeitung übergeben. Zunächst will ich im folgenden die Corallinaceen beschreiben, die bei ihrem massenhaften Auftreten eine beherrschende Rolle spielen und von denen Dr. Mildbraed viele prachtvolle Stücke, teils trocken, teils in Formalin konserviert, mitgebracht hat. Eine Aufzählung der anderen Algen wird folgen. Über den Standort der Kalkalgen auf Annobon macht der Sammler (l. c. S. 355) folgende Ausführungen, die ich mit seinen eigenen Worten wiedergebe: »Um die schwarzen Klippen und Uferwände von Annobon zieht sich eine helle Strandlinie; hier wachsen, bei Ebbe gerade noch von den höchsten Brandungswellen erreicht, bei Flut gerade noch aus dem Wasser auftauchend, wenn die Woge zurückbrandend ihren tiefsten Stand erreicht, die seltsamen Gebilde der Kalkalgen oder Korallinaceen.... Es sind starre, steinharte Gebilde, die teils als Krusten den Fels überziehen, teils blattartige Formen zeigen, ähnlich manchen Holzschwämmen aus der Verwandtschaft der Polyporeen; häufig entwickeln sie sich zu großen Knollen, die aus einem Astwerk stumpfer geweihartig verästelter, dicht gedrängter Zweige bestehen. Die Farbe schwankt von mattem, rötlichem Gelb oder schmutzigem Graugelb bis zu zartem Rosenrot und kräftigem Violett. Wo sie dem vollen Sonnenlicht ausgesetzt sind, ist die Farbe bleich und verwaschen, am kräftigsten und reinsten

erscheint sie in den krustenartigen Überzügen, die die schattigen Grotten und wasserdurchströmten Gänge auskleiden.«

»Der Gürtel der Kalkalgen beginnt an den freien Küstenfelsen oben stets mit einer flachen Kruste, die sich am äußersten Rande in einzelne Flecken auflöst, so daß der schwarze Fels wie bespritzt erscheint; darunter erst wachsen die knolligen und bäumchenartigen Gebilde frei von der Unterlage empor, und noch tiefer, also meist unter Wasser, gedeihen wieder die krustenartigen Überzüge. Offenbar finden die Korallineen bei ständigem Wechsel von Luft und stark bewegtem Wasser ihre besten Lebensbedingungen, und so entspricht die Linie ihrer stärksten Entwicklung der mittleren Wasserhöhe zwischen Ebbe und Flut. Da der Norden dem direkten Anprall der vom Winde getriebenen Wogen nicht ausgesetzt ist, sondern nur unter der gleichmäßigeren Wirkung der Dünung, des sich gleichbleibenden Pulsschlages des Ozeans, steht und der Unterschied zwischen Ebbe und Flut etwa nur ein Meter beträgt, ist hier der Korallinengürtel ziemlich schmal, besonders wenn die Ränder der Klippen steil abfallen. Anders ist es auf der Westseite, an der der herrschende Südwestwind die Brandungswellen hoch emportreibt. Hier ist der Unterschied zwischen Wellenberg und Wellental so groß, daß die Kalkalgen im stärksten Wachstum einen weit breiteren Gürtel bilden. Wenn der Fels sich hier noch allmählich senkt, so daß die Wogen lang auslaufen können, dann dehnt der Gürtel sich auch horizontal weit aus, und große Flächen sind mit Korallinenknollen bedeckt.« .... »In den flachen Mulden und den oft ziemlich tiefen und ausgedehnten Becken und Spalten, die bei Ebbe vom Meere ganz abgeschnitten sind oder nur von den höheren Brandungswellen erreicht werden, konnten wir mit mehr Muße sammeln und beobachten. Sie bilden natürliche Aquarien, die uns immer von neuem in Entzücken versetzten. Die Wände sind von Korallinen ausgekleidet, die vom Rande her allmählich in das Becken hineinwachsen. Ihre Bauten schneiden mit dem Wasserspiegel (bei Ebbe) ab und haben deswegen eine feste, ziemlich glatte Oberfläche; gegen das Innere des Beckens aber bilden sie die zierlichsten Blätter, Spitzen und Zacken. Es ist, als seien diese Aquarien von einem Gesimse umzogen, für dessen Gestaltung die wunderlichsten Tropfsteinbildungen vorbildlich gewesen sind. Auch von den Rollsteinen, die meist auf dem Grunde des Beckens liegen, wachsen die zierlichen, rosenroten oder zartvioletten festen Bauten der Kalkalgen empor, gotischen, mit üppigstem Schnörkelwerk gezierten Türmchen vergleichbar.«

Von dem Material wurden kleine Stücke mit Salpetersäure entkalkt, die mit 70 % Alkohol stark verdünnt war; dann wurden die entkalkten Stücke in üblicher Weise in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom geschnitten. Zur Färbung der Schnitte dienten hauptsächlich Rutheniumrot, Bismarckbraun, Chlorzinkjod und Hämatoxylin.

Goniolithon Fosl.

Goniolithon mamillare (Harvey) Fosl., List of Spec. of the *Lithothamnia*, Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. (1898) no. 3 p. 9, Rev. Syst. Surv. of the *Melobesieae*, l. c. (1900) no. 5 p. 16. — *Melobesia mamillaris* Harvey, Nereis Australis or Algae of the Southern Ocean (1847) 109, t. XLI.

Annobon: Lavaklippen im Nordwesten. Stilles Becken. Gelblich-rosafarben (Mildbraed n. 6722, weiblich, männlich, Oktober 1911; n. 6748, 6764, Tetrasporen).

Die Gattung *Goniolithon* ist von Foslie verschiedenartig aufgefaßt worden und enthält auch jetzt noch mancherlei nicht kongenerische Arten. Die erste Erwähnung findet sich in: Foslie, Syst. Surv. of Lithoth., Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. (1898) no. 2 p. 5. Hier werden die beiden Untergattungen *Eugoniolithon* (Typus: *G. papillosum* [Zanard.] Fosl.) und *Cladolithon* (Typus: *G. moluccense*) unterschieden. Anstatt letzterer Art war irrtümlich *G. byssoides* (Phil.) Fosl. angegeben worden, was Foslie später (1900) korrigiert. Die Diagnose der Gattung ist folgende: The sporangia in subimmersed conceptacles of an hemispheric-conical shape with a single orifice and in a certain state intersected with a number of delicate canals. The base of the conceptacle with a feebly overarched disc, connected with the centre of the roof by an attenuating, simple cell-row ending through the roof in a cylindric, gelatinated plug, the latter disappears and the orifice arises. The sporangia issue around the over-arched disc, which frequently forms a small prominence on the bottom, towards maturity loosening themselves from the disc and then connected with the canals by a short tap (always?).

Aus dieser farblosen Diagnose ist zu ersehen, daß Foslie hier etwas ganz anderes unter *Goniolithon* verstand als später; hier sollen die Tetrasporangien rings um einen Diskus entstehen (wie es bei *Lithophyllum* der Fall ist), während später das Hauptmerkmal der Gattung die Entstehung der Sporangien auf dem ganzen Boden ist; auch von den Heterocysten wird hier nichts gesagt. In der Tat finden sich später die Typen beider Untergattungen in den Foslieschen Aufzählungen bei *Lithophyllum*. Im selben Jahre (l. c. S. 8) gibt Foslie folgende Gruppierung: Sect. I. *Lepidomorphum* (Subgen. *Eugoniolithon* früher). *G. papillosum* (Zanard.) Fosl. Sect. II. *Cladolithon* Fosl. *G. byssoides* (Lam.) Fosl., *G. moluccense* Fosl., *G. tamiense* (Heydr.) Fosl. usw. Ferner fraglich: *G.? mamillare* (Harv.), *G.? brassica florida* (Harv.). Was wirklich als eigene Gattung *Goniolithon* betrachtet werden kann, findet sich erst l. c. (1900) Nr. 5 S. 14 mit folgender Diagnose: Conceptacles of sporangia superficial or subimmersed, conical, with an elongated tip or constricted above the middle, this upper part often falling away before maturity of the sporangia and then the

conceptacle being hemispheric or subconical, with a coarse apical pore; sporangia with elongated foot arising from any part of the almost plain disc, the latter connected with the roof by delicate filaments frequently disappearing towards maturity. Conceptacles of cystocarps superficial, conical, constricted above the middle or with an elongated tip and a coarse apical pore; carpospores arising from any part of the almost plain or cup-shaped «conjugation cell». Hier werden dann als charakteristische Arten (ohne daß eine als Typus genannt ist) angegeben: *G. brassica florida* (Harv.) Fosl., *G. mamillosum* (Hauck) Fosl., *G. Notarisii* (Duf.) Fosl. (*G. insidiosum* [Solms] Fosl.), *G. moluccense* Fosl. (später bei *Lithophyllum*) usw. Auch hier wird nichts von den Heterocysten erwähnt, doch die früher fraglichen Arten *G. brassica florida* usw. treten nun in den Vordergrund. *G. papillosum*, früher der Typus von *Eugoniolithon*, ist nun verschwunden. In ähnlicher Weise ist die Gattung dann in den Nachträgen zu den Natürl. Pflzfam. S. 269 gefaßt, wobei zu bemerken ist, daß nicht Foslie 1898, sondern erst Foslie 1900 zitiert werden darf, da die erste Beschreibung sich auf ganz andere Arten bezieht. Der ursprüngliche Charakter schwankt also ganz und gar und auch später hat Foslie zu *Goniolithon* noch Arten gestellt, die meiner Ansicht nach nicht dazu gehören, z. B. *G. myriocarpum*. Soll die Gattung aufrecht erhalten werden, so ist sie zu charakterisieren durch das Vorkommen echter Heterocysten, durch offene Querverbindungen der Zellreihen, durch stark vorspringende Konzeptakel beiderlei Geschlechtes, durch die Verteilung der Sporangien über den Boden des Konzeptakels, durch ein mehrschichtiges Hypothallium noch *Lithothamnium*-Typus.

Melobesia mamillaris Harvey wurde 1847 beschrieben: »late incrustans, saxicola, suborbicularis, crusta tenui arcte adnata mamillis densissimis brevibus demum elongatis ramosis exasperata, ceramidiis in apicibus mamillorum immersis.« Ein Originalexemplar konnte ich nicht sehen, doch paßt die Beschreibung durchaus auf unsere Alge, die auch von der rohen, aber charakteristischen Abbildung zweifellos dargestellt wird. Sehr gut stimmt auch, was weiterhin bemerkt wird nach ms. von Darwin): In one case I found a cone (ceramidium) placed on one side, instead of the summit of a branch. The greater number of the branches have white, rounded ends, and on some of these were appearences, as if a ceramidium had once existed here, and had since scaled off. In some branches there were traces of cavities low down in them.

Die Art wird angegeben von Brasilien, Bahia (Darwin), dann von Feuerland, Port Famine (Darwin), von St. Jago, Cape Verden und von Algoa Bay (Herb. Bowerbank). Ob diese weite Verbreitung zutrifft, ist eine andere Frage; jedenfalls ist die Art in Brasilien und an Inseln der afrikanischen Westküste vorhanden.

Auf der nächsten Seite desselben Werkes beschreibt Harvey *Melo-*

besia brassica florida (*Goniolithon* Fosl.) von der Algoa-Bay: fronde lapidescente ponderosa globosa e centro undique ramosissimo, ramis basi anastomosantibus apice multifidis corymboso-fasciculatis fastigiatis apicibus mamillaeformibus. Die Beschreibung spricht nicht für eine Zusammengehörigkeit der beiden erwähnten Arten. Foslie (Lithoth. d. Adriat. Meeres 21) gibt an, daß *G. mamillare* vielleicht nur eine Jugendform von *G. brassica florida* ist; dann müßte aber immerhin der an erster Stelle stehende Name *Melobesia mamillaris* gebraucht werden. Mit *G. brassica florida* vereinigt Foslie (Lithoth. d. Adriat. Meeres 20) *Lithothamnion mamillosum* Hauck, das von der adriatischen Küste beschrieben war, ferner wird die Art auch von Marokko und von den Malediven und Laccadiven angegeben (f. *laccadivica*, in The Fauna and Geogr. of the M. und L. Archip. I. Part 4 p. 469, später als eigene verwandte Art *G. laccadivicum*, in: The Corallin. of the Siboga Exped. [1904] 51). Da *G. brassica florida* eine unsichere Art ist, von der erst reichlicheres Material aus Südafrika vorliegen muß, führt Foslie später (Die Lithothamn. der Deutsch. Südpolar-Expedition 1901—1903, D. Südp.-Exp. VIII. Bd., Heft 2 [1908] 215) *G. mamillosum* wieder als selbständige Spezies und beschreibt eine f. *microcarpum* von St. Vinzent; dieselbe Form kommt auch in Marokko vor.

Meiner Ansicht nach sind die Exemplare von Annobon von *G. mamillosum* (Hauck.) Fosl. vom Mittelmeer verschieden und mit *G. mamillare* (Harv.) Fosl. zu identifizieren, welcher Name auch gebraucht werden müßte, wenn *G. mamillare, mamillosum* und *brassica florida* eine Art darstellen sollten. Verwandt ist auch *G. Notarisii* (Duf.) Fosl. New or. crit. calc. Alg. (1900) 21 (*Lithophyllum insidiosum* Graf Solms-Laubach in Corall. Golf. Neapel [1881] 15, t. 1, fig. 2, 3; t. 2, fig. 30; nach Foslie, Algol. Notis. VI, Det Kgl. Norsk. Vidensk. Selsk. Skr. [1909] no. 2 p. 5 gehört auch *Lithophyllum Chalonii* Heydr. hierher). Die Art bildet nur eine glatte Kruste, die Kegel der Konzeptakeln lösen sich ganz ab. Graf Solms bildet Zellreihen mit Heterocysten ab und gibt die Darstellung eines weiblichen Konzeptakels.

Beschreibung der Mildbraedschen Exemplare.

1. Weibliches Exemplar n. 6722. Das Exemplar bildet dünne Krusten auf schwarzem Lavagestein von glatter oder unebener Oberfläche; es können mehrere Krusten übereinander wachsen, auch sich mit den Rändern gegeneinander emporschieben. Der Rand ist von rundlichem Umriß, gewöhnlich etwas wellenförmig gekerbt eingeschnitten. Aus der Kruste können sich unmittelbar die hohen Kegel der weiblichen Konzeptakeln erheben, dichtgestellt in Gruppen. Sie sind zu einer feinen Spitze verschmälert, in der man schon mit der Lupe leicht den Ausgangskanal erkennt. Oder aber der Kegel ist gewissermaßen gestielt, er steht auf einem

kurzen Auswuchs auf der Kruste, oder an solchem Auswuchs stehen mehrere Konzeptakelkegel. Indem nun die Konzeptakeln überwallt werden (näheres darüber vergl. später), wird der Auswuchs vergrößert und verdickt und neue Konzeptakel werden gebildet; es entstehen so knollige Äste bis zur Länge von ungefähr einem Zentimeter, die mit spitzen, weiblichen, nach allen Richtungen starrenden Kegeln bedeckt sind.

2. Tetrasporen-Exemplare n. 6764, n. 6748. Krusten auf Steinen oder auch auf Muscheln. Die Tetrasporen-Konzeptakeln sind von den weiblichen kaum zu unterscheiden, auch sie sind kegelförmig, lang vorgezogen, spitz. Sehr häufig aber finden sich stark abgerundete größere Überwallungen des Konzeptakels (Fig. 1), so daß ein kleiner, stumpfer, aufrechter Zweig entsteht, der auch noch bei mehrfachen Überwallungen verlängert und geteilt werden kann und bis 1 cm Länge erreicht.

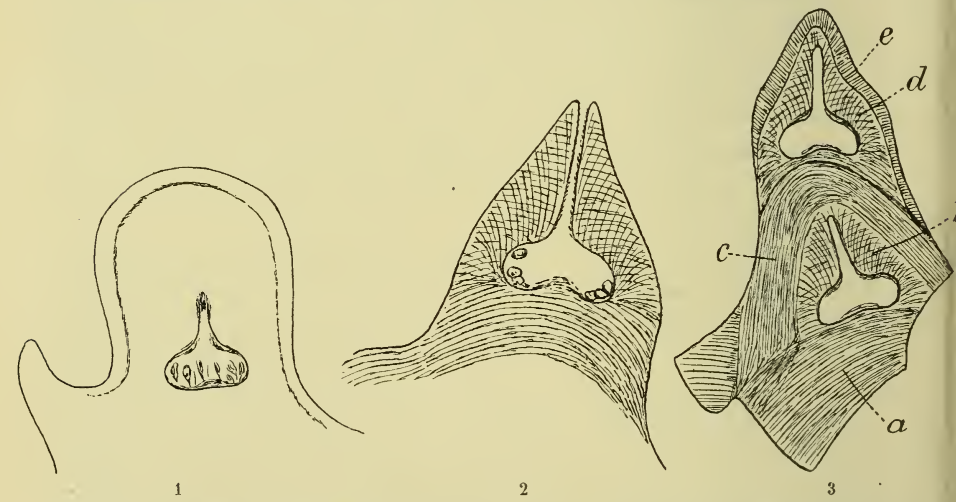


Fig. 1—3. *Goniolithon mamillare* (Harvey) Foslie. 1. Konzeptakel mit abgerundeter Überwallung ($^{16}/_1$). 2. ♀ Konzeptakel ($^{24}/_1$). 3. Überwallung der Konzeptakeln ($^{24}/_1$).

3. Innerer Bau der Konzeptakel-Vorsprünge und Äste. Fig. 2 zeigt bei schwacher Vergrößerung einen einfachen, sich aus der Kruste erhebenden Kegel mit einem ♀ Konzeptakel. Bei seiner Bildung entsteht aus der Kruste durch stärkeres lokales Wachstum eine Vorwölbung; man erkennt hier unter dem Boden des Konzeptakels quer zur Wachstumsrichtung regelmäßig bogige Linien, die anzeigen, daß das Wachstum der Längsreihen regelmäßig fortschreitet, so daß immer die oberen Querwände der Zellen diese Bogen ausmachen; von den Seitenwänden des Konzeptakels aus streben die Längsreihen der Zellen stärker bogig nach außen auf den Rand zu. Die Überwallung der Konzeptakel zeigt Fig. 3; aus der Kruste *a* erhob sich der Kegel *b*, der von der Schicht *c* überwallt ist, deren Zellreihen die direkte Verlängerung von *b* bilden; die Zellreihen von *c* bilden

die Basis des neuen Kegels *d*, der auch schon wieder von der Schicht *e* beginnt überwallt zu werden. Die starke Überwallung eines Tetrasporen-Konzeptakels ist Fig. 1 abgebildet worden.

Der ganze Vorsprung ist rings von einer Schicht niedriger Deckzellen umgeben, die 11—15 μ breit sind; diese sind fest verbunden, haben eine ziemlich dicke Außenwand und weisen reichlichen Plasmainhalt auf (vergl.

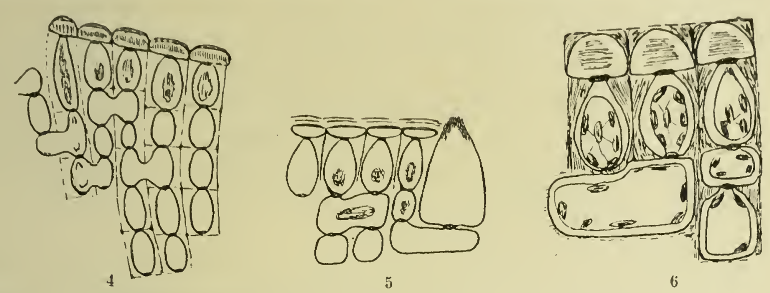


Fig. 4—6. *Goniolithon mamillare* (Harvey) Foslie. 4, 5 Zellgruppen aus der Konzeptakelwandung, bei 5 eine Heterocyste ($^{375}/_1$). 6 dass., Zellinhalt mit Chromatophoren ($^{600}/_1$). Querverbindung in zwei Zellen.

Fig. 4). Bei stärkerem Wachstum kann die Deckzellenschicht abgestoßen und durch eine neue ersetzt werden (Fig. 7).

Fig. 4 zeigt einige Zellreihen der Konzeptakelwandung, die etwas gebogen der Oberfläche zustreben; der Schnitt ist mit Rutheniumrot gefärbt. Auffallend ist bei dieser Färbung zunächst die klar ausgeprägte Linie der

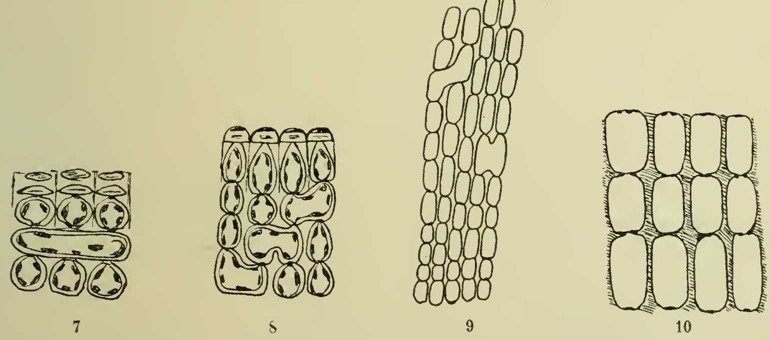


Fig. 7—10. *Goniolithon mamillare* (Harvey) Foslie. 7, 8 Zellgruppen des Randes eines Konzeptakel-Ursprunges, 2—3 Zellen quer verbunden ($^{375}/_1$). 9, 10 Zellgruppen vom Boden eines Konzeptakels ($^{100}/_1$ und $^{375}/_1$).

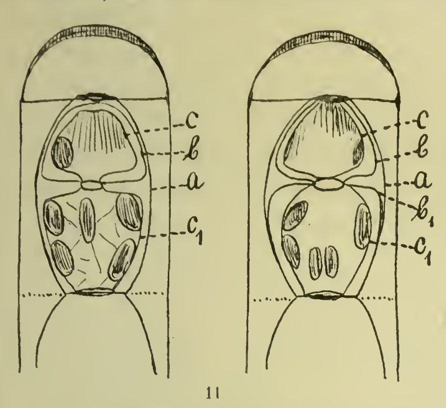
innersten Zellwandungsschicht; sie ist von länglich-elliptischer Form oder mehr eiförmig. Aber auch die ganzen Zwischenräume zwischen diesen Ovalen färben sich rosa und wiederum fallen in diesen Zwischenräumen zarte rotgefärbte Linien auf, die regelmäßige, die Ovale einschließende Rechtecke bilden; sie sind die ursprünglichen Mittellamellen, die bei dieser Färbung hervortreten, wenn auch vielfach nur ganz undeutlich; z. B. sind

in Fig. 5 nur die von den Deckzellen umgebenden senkrechten Linien deutlich, sonst sind die Zwischenräume zwischen den Ovalen der inneren Wandlamellen mehr gleichmäßig rot gefärbt. Die Mittellamelle zwischen den Zellen ist für *Lithophyllum insidiosum* (*Goniolithon Notarisii*) auch in der Fig. 2 u. 3 auf Taf. I der Arbeit von Graf Solms über die Corall. des Golfes von Neapel angedeutet. In den obigen Figuren sind die Zellinhalte zusammengeschrumpft und undeutlich, gut erhalten waren sie z. B. an der Stelle, die Fig. 6 zeigt oder Fig. 7, 8. Der Plasmaschlauch ist durch die Konservierung etwas von der inneren Wand zurückgetreten. Die Chromatophoren haben die Gestalt rundlicher Körner und sind in größerer Zahl vorhanden; bis in die 4.—5. Zellschicht von der Deckschicht aus bleiben sie gut ausgebildet, dann werden sie allmählich zersetzt und verschwinden in unteren Zellschichten ganz. Die Zellen der Umgebung des Konzeptakels sind 14,5—25 μ lang.

Unter dem Boden des Konzeptakels liegen die Zellreihen, durch deren starkes Wachstum die Vorwölbung sich bildete (vergl. Fig. 9, 10). Die Längsreihen sind deutlich kenntlich; die Zellen halten sich ziemlich auf gleicher Höhe, so daß auch die Querzonen zu bemerken sind. Fig. 10 zeigt die Zellen bei stärkerer Vergrößerung (Färbung mit Rutheniumrot). Die Zwischenräume zwischen den inneren ovalen Wandlamellen sind rot gefärbt, die ursprüngliche Mittellamelle ist nicht kenntlich, Inhalt ist in den Zellen nicht vorhanden. Die Zellen sind 18—30 μ lang.

Die Färbung mit Chlorzinkjod ergibt bei den Zellen des Konzeptakelvorsprunges folgendes Bild: Die Zwischenräume zwischen den inneren Ovalen sind graublau bis grauviolett gefärbt; die Mittellamelle ist kaum kenntlich oder erscheint öfters als weißlicher Strich; besonders bemerkenswert ist, daß die scharfe Begrenzung des inneren Ovales, wie sie bei Rutheniumfärbung hervortritt, hier nicht bemerkbar ist, so daß die ganze Wandung als Verbindung zwischen den Zellinhalten mehr gleichmäßig gefärbt erscheint. Der Plasmainhalt mit den Chromatophoren färbt sich gelbbraun. Bei Färbung mit Bismarckbraun ist die Umrandung der inneren Ovale deutlich ebenso wie bei Färbung mit Rutheniumrot und die ganzen Zwischenräume färben sich braun. Es ergibt sich aus allem, daß die Zellreihen seitlich fest zusammenhängen, indem eine gemeinsame Mittellamelle vorhanden ist. Schon in der ersten Zellreihe unter den Deckzellen ist die seitliche Verbindung vollkommen ausgebildet. Die Teilung der Zellen findet nur in der Zellschicht unter den Deckzellen statt. Fig. 11*a* und 11*b* geben etwas schematisiert sehr stark vergrößert die hierbei auftretenden Veränderungen bei Färbung mit Rutheniumrot wieder. Fig. 11*a* zeigt die Teilung des Plasmainhaltes und die Bildung eines neuen Tüpfels; die innere Lamelle (*a*) der Mutterzelle ist dabei noch überall erhalten und ihr liegt der Inhalt der unteren Teilzelle an (c_1), während die obere junge Zelle sehr deutlich eine neue Lamelle *b* zeigt, die bei der Fixierung von

dem Plasmainhalt *c* getrennt ist. Späterhin ist auch die untere Teilzelle von einer neuen Wandlamelle b_1 umgeben. Die Bildung einer neuen Querlamelle, wie sie etwa die punktierte Linie andeutet, war nicht deutlich zu erkennen; die die Zellen verbindende Substanz ist hier offenbar sehr weich, wie auch die Mittellamelle der senkrechten Wände nur selten mit Ausnahme der Zellen unter der Deckschicht deutlich ist. Die Verlängerung der seitlich verbundenen



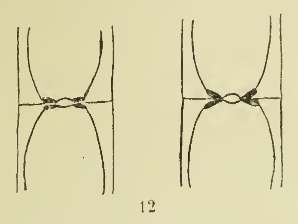


Fig. 11, 12. *Goniolithon mamillare* (Harvey) Foslie. 11. Teilung der Zellen unter der Deckschicht, etwas schematisiert. 12. Tüpfel der Querwände.

Zellreihen findet also immer durch Teilung ihrer obersten Zellen statt und in der Richtung des organischen Wachstums sind die Zellen auch stets durch Tüpfel verbunden, die bei Rutheniumfärbung sich als stärker gefärbte Platten bemerkbar machen (vergl. Fig. 4, 5 usw.). Die Tüpfel sind

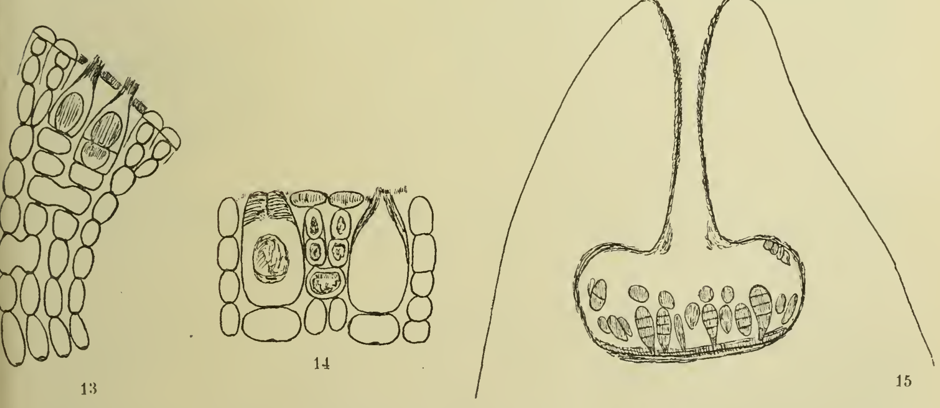


Fig. 13—15. *Goniolithon mamillare* (Harvey) Foslie. 13. Zellgruppe von der Wand eines Konzeptakels; Heterocysten ($^{375}/_1$). 14. Zellgruppe von der Oberfläche der Kruste; Heterocysten ($^{375}/_1$). 15. Tetrasporangien-Konzeptakel ($^{45}/_1$).

nicht einheitlich, sondern bestehen aus einer dünnen Platte, die von je einem nach oben und nach unten gerichteten stärkeren Ring umgeben ist (Fig. 12). Die Längsreihen untereinander haben eine noch viel ausgiebigere Verbindung. An vielen Stellen nämlich (vergl. Fig. 4—8) ist die Querwand

zwischen zwei Zellen verschiedener Längsreihen zu einem mehr oder weniger großen Teile gänzlich aufgelöst und die Zellinhalte sind gemeinsam (Fig. 6).

Bemerkenswert ist für *Goniolithon* das Vorkommen sogenannter Heterocysten (Fig. 5, 13, 14), wie es Graf SOLMS schon für sein *Lithophyllum insidiosum* beschrieb. Wir treffen sie einzeln oder zu zwei bis drei nebeneinander an der Oberfläche der Vorsprünge; es sind größere, reich mit Plasmainhalt versehene, unverkalkte Zellen, die die Deckzellenschicht unterbrechen und etwas über die Oberfläche vorgestreckt sind. Auch mehrere unterhalb der Heterocysten gelegene Zellen sind plasmatisch und durch ihre Breite von den gewöhnlichen Thalluszellen verschieden.

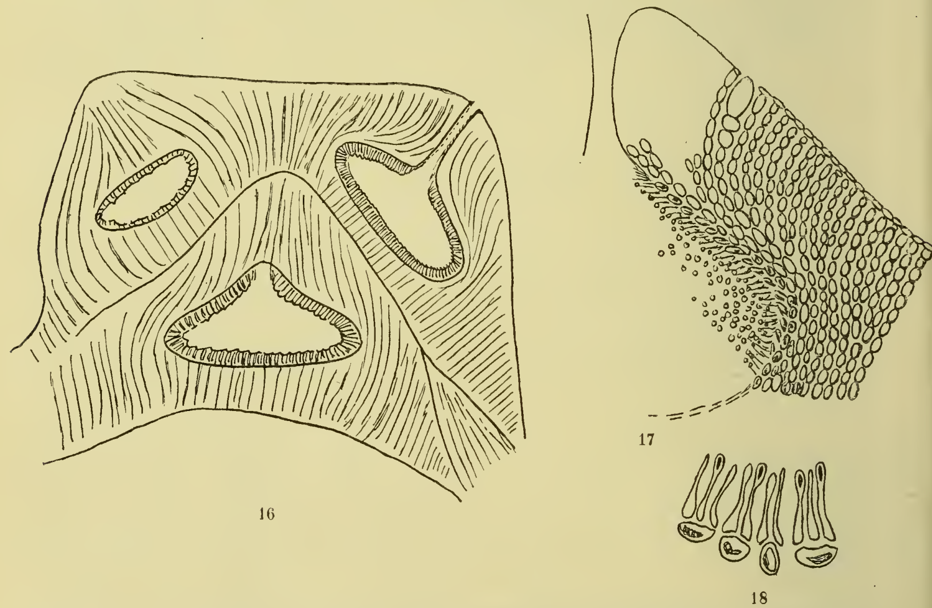


Fig. 16—18. *Goniolithon mamillare* (Harvey) Foslie. 16. Spermatien-Konzeptakeln ($^{68}/_{1}$). 17. Teil der Wandung eines Spermatien-Konzeptakels ($^{170}/_{1}$). 18. Bildung der Spermatien ($^{620}/_{1}$).

Die Höhlung der Tetrasporangienkonzeptakel ist 400 bis fast 700 μ breit (Fig. 1, 15); der ganze Boden ist mit vierteiligen Tetrasporangien bedeckt, die nach dem Grunde zu stielartig verschmälert sind; der lange Hals des Konzeptakels läßt einen ziemlich breiten röhrigen Ausgang frei, dessen Wandung die vorgestreckten Endzellen der bogig die Höhlung umgebenden Zellreihen bilden. Die breite Überwallung der Konzeptakel ist auf Fig. 1 dargestellt.

Die in dem Material vorhandenen ♀ Konzeptakel waren allermeist leer oder zeigten nur Reste von Karposporen, die anscheinend nur am Rande der Fusion gebildet werden (Fig. 2). Die Sporen hängen in kurzen

Ketten zusammen. In ihrem äußeren Umriß sind die Konzeptakel denen der Tetrasporangien sehr ähnlich; die Breite ihrer Höhlung schwankt zwischen 500 und 700 μ. Die Überwallung der Konzeptakel zeigt Fig. 3.

Die kleineren ♂ Konzeptakel entwickeln sich in größerer Zahl in Vorsprüngen aus der Thalluskruste; ihre Höhlung hat einen Durchmesser von 300—450 μ; auch sie werden überwallt; Fig. 16 zeigt schematisch den Verlauf der Zellreihen hierbei. Auf Fig. 17 ist ein Teil der Wandung eines ♂ Konzeptakels dargestellt; die Zellreihen verlaufen bogig nach der Oberfläche zu und sind häufig gabelig geteilt. Die Spermatienbildung findet im ganzen Innern der Höhlung statt, auch an den Seitenwänden bis zum Halse des Konzeptakels hin. Auf den plasmareichen Basalzellen, den Endzellen der Zellreihen am Boden und an den Seiten des Konzeptakels stehen mehrere Spermatangienmutterzellen (Fig. 18), die langgestreckt sind und in ihrem oberen Ende Spermatien erzeugen. Massenhaft freigewordene Spermatien erfüllen oft die ganze Höhlung, die dann auf dem Längsschnitt dicht punktiert erscheint.

4. Der Bau der Kruste. Die Kruste ist in ein Hypothallium und ein Perithallium gegliedert (Fig. 19). Die Längsreihen der Hypothalliumzellen, die an ihren Querwänden durch Tüpfel verbunden sind, sind unregelmäßig. Zwar sind auch hier oft offene Querverbindungen zwischen den Zellen zweier benachbarter Reihen vorhanden, doch sind die Zellreihen nicht quer miteinander derart verbunden, daß die Zellen in gleicher Höhe bleiben. Es entsteht also nicht der Eindruck konzentrischer Schichtung. Vielmehr ergibt sich ein unregelmäßiges Bild, zumal auch die Reihen nicht immer in einer Ebene bleiben; bei einer Einstellung bekommt man so nicht einen längeren Verlauf einer Reihe, sondern ein Durcheinander verschiedener Zellreihen. Bei Färbung mit Rutheniumrot bleiben zwischen den Zellen ungefärbte Lücken, so daß keine feste Verbindung zwischen den Reihen vorhanden ist. Aus dem Hopothallium steigen die Perithallium-Zellreihen bogig an. Fig. 20 zeigt ein ganz junges Hypothallium am Rande der Kruste mit noch ganz schwach entwickeltem Perithallium; es sind hier in den Hypothalliumzellen noch Reste von Chromatophoren vorhanden. Etwas weiter vom Rande entfernt sind die Zellen oft dicht mit rundlichen Stärkekörnern erfüllt (Fig. 21). Auch diese verschwinden bald und die Zellen sind dann in der älteren Kruste leer. Die Hypothalliumzellen sind 18 bis 36 μ lang. Die Perithalliumzellen sind denen der Vorsprünge durchaus ähnlich gebaut, eine Deckzellschicht schließt die Zellreihen ab, offene Querverbindungen und Heterocysten sind mehr oder weniger zahlreich vorhanden. Doch sind die Zellreihen des Perithalliums viel leichter voneinander zu trennen, als die der Konzeptakelvorsprünge. Fig. 22 gibt einige Zellen zweier Reihen bei Färbung mit Bismarckbraun wieder. Die Zellen sind seitlich etwas getrennt und lassen farblose Zwischenräume erkennen, auch in den Längsreihen sind die Zellen bis auf die Tüpfelstellen vonein-

ander getrennt. Möglicherweise erfolgte die Trennung erst durch die Präparation, jedenfalls waren solche Bilder im Perithallium häufig, in den Konzeptakelvorsprüngen niemals zu finden. Die niedrigen, fast quadratischen Zellen des Perithalliums sind 7—15 μ lang. Das Perithallium ist reich an Stärke. Wenige Zellschichten unter der Deckschicht sind schon die Zellen, in denen noch einige Chromatophoren zu erkennen sind, dicht mit Stärkekörnern erfüllt (Fig. 23). In den mittleren Schichten der Kruste füllt die Stärke den Inhalt der Zellen oft so aus, daß einzelne Körner bei Jodfärbung nicht mehr zu erkennen sind, sondern nur eine braunrote oder auch öfters dunkel braunviolett gefärbte Masse.

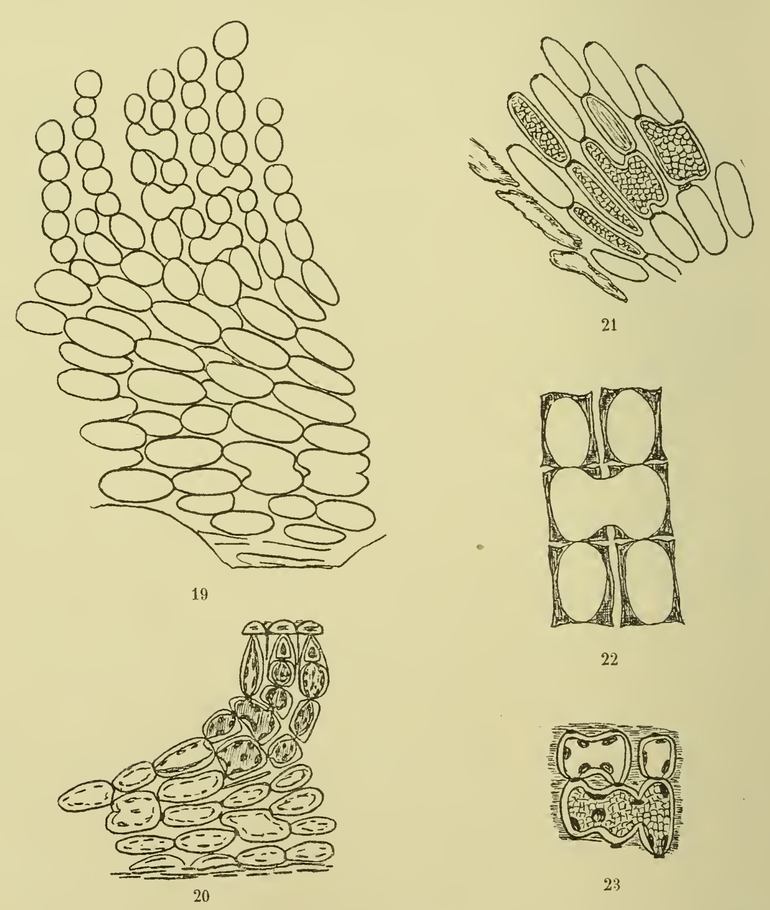


Fig. 19—23. *Goniolithon mamillare* (Harv.) Foslie. 19. Hypothallium der Kruste und Übergang zum Perithallium ($^{375}/_1$). 20. Junges Hypothallium am Rande einer Kruste ($^{375}/_1$). 21. Hypothalliumzellen mit Stärkeinhalt ($^{375}/_1$). 22. Zellgruppe aus dem Perithallium ($^{620}/_1$). 23. Zellen aus dem Perithallium, die unteren mit, die oberen noch ohne Stärkeinhalt ($^{620}/_1$).

Lithophyllum Philippi.

Lithophyllum africanum Foslie, Five new calc. Algae, Det Kgl. Norsk. Vidensk. Selsk. Skr. (1900) no. 3 p. 3; Algol. Notis. VI. l. c. (1909) no. 2 p. 42; De Toni, Syll. Alg. IV. 4 (1905) 1781; Mme. Paul Lemoine, Structure anat. des Mélobés., in Ann. Inst. Océanogr. II. 2 (1911) 146. — *Lithothamnion proboscideum* Foslie, On some *Lithothamnia*, l. c. (1897) no. 1 p. 14 p. p. (die afrikanische Form); *Lithophyllum proboscideum* (Foslie) Heydrich in Englers Bot. Jahrb. XXVIII. (1901) 536. — *Lithothamnium ponderosum* Fosl. l. c. (1897) p. 15 (?).

Die Art ist bisher bekannt von S. Thomé und St. Vincent an der afrikanischen Westküste, fraglich ist ihr Vorkommen in Marokko.

Annobon: Lavaklippen im NW. Schmaler Brandungskanal, Brandung nicht sehr stark (Mildbraed n. 6730. — Oktober 1911). Schönes, dichtgewachsenes Einzelstück von einer Stelle, die bei Ebbe von der Brandung nur schwach bespült wird (Mildbraed n. 6735. — Oktober 1911). Stücke aus dem Ende eines schmalen Brandungskanals, anscheinend im Wachstum von dem rückströmenden Wasser beeinflußt (Mildbraed n. 6736 — Oktober 1911).

Außer den erwähnten Exemplaren sind in der Mildbraedschen Sammlung noch zwei mächtige Stücke vorhanden, die keine Nummer tragen. Auf diese beziehen sich die Standortsangaben des Sammlers, wie sie S. 402 am Schlusse der Einleitung wiedergegeben sind (vergl. auch Fedde, Repert. Spec. Nov. XII. [1913] 384).

Diese beiden charakteristischen Stücke sollen zunächst beschrieben werden. Das eine große Exemplar ist 35 cm breit und 20 cm hoch; da es an den Seiten und vorn Zacken und Vorsprünge entwickelt, also an den Seiten nicht abgebrochen ist, ist es wohl als ein einheitliches Individuum zu bezeichnen. Es setzt gesimsbildend mit der Rückseite dem Felsen an und wächst nach vorn, nicht nach oben; die Dicke des Vorsprunges vom Felsen aus beträgt 15 cm. Die Oberfläche schneidet mit dem Wasserspiegel ab und ist fast eben. Es werden hier keine starken, selbständig aufgelösten Äste entwickelt, sondern die Äste sind alle zu einer Art Platte verwachsen, die von ganz kurzen Auswüchsen unregelmäßig höckerig ist. Die Energie des Wachstums des dicken Corallinaceen-Gürtels an der Felswand hört eben mit der Höhe des Wasserspiegels bei Ebbe auf. Betrachten wir nun das Exemplar von vorn aus, so zeigen sich die Äste alle labyrinthisch miteinander verwachsen; sie lassen aber ziemlich große Hohlräume untereinander, nur nach oben zu schließen sie zu der Platte zusammen. Nach vorn zu laufen die Äste in etwas nach unten zu gerichtete blattartig verbreitete Enden aus. Diese sind ungefähr halbkreisförmig gerundet, 1—2 mm dick und halten 3—4 cm im Durchmesser. Ihr Rand und auch ihre Oberfläche ist wellig, so daß die Entstehung durch

Verwachsung aus mehreren abgeflachten Zweigspitzen deutlich ist. Die blattartigen Enden stehen an der Vorderseite des Blockes in mehreren Etagen übereinander, sich teilweise überlagernd, aber durch Zwischenräume getrennt; die unterste Etage springt am weitesten nach vorn vor. Aus den untersten blattartigen Enden erheben sich nur ganz kurze aufrechte Zacken, aus den oberen dann längere, die höchst charakteristisch sind. Sie streben senkrecht $1\frac{1}{2}$—2 cm auf und stehen einzeln oder zu mehreren, dann öfters am Grunde verwachsen, auch sind sie öfters nach oben zu geteilt; im allgemeinen sind sie ungefähr zylindrisch, am Ende flach abgestutzt oder mehr gerundet und halten im Durchmesser 4—5 mm. Die Zacken können sich auch gelegentlich ganz oder fast ganz zu mehreren zu einer Platte vereinigen, die dann senkrecht zu den horizontalen flachen Astendigungen steht.

Auf dem großen Block des *L. africanum* haben sich mehrere größere und kleinere Exemplare des *L. Kotschyanum* angesiedelt, aber nur im unteren Teil, so daß die Art nicht bis zur Wassergrenze emporsteigt. Das zweite erwähnte große Exemplar von *L. africanum* zeigt im Wachstum einige Abweichungen. Auch hier ist die Oberseite abgeflacht, aber die Platte ist etwas muldenförmig ausgehöhlt, die gewundenen Astenden sind nicht so eng miteinander verwachsen und lassen Hohlräume zwischen sich. Die Dicke des Vorsprunges von der Felswand aus beträgt 15 cm. Es fehlen hier die blattartigen Verbreiterungen der Astenden an der Vorderseite, oder sind nur schwach entwickelt, indem sich etwas mehr horizontal gestreckte Astenden untereinander verbinden. Durchschnittlich sind senkrecht aufstrebende Äste vorhanden, die alle mehr oder weniger miteinander verwachsen und ein großes Konglomerat mit Hohlräumen bilden. Sie wird vielfach geteilt, die Zweigendigungen, die senkrecht hochstehen, sind zylindrisch, am Ende flach abgeschnitten, seltener mehr konisch und oben gerundet. Die letzten zylindrischen Enden sind ungefähr $\frac{1}{2}$ cm lang und halten 2—3 mm im Durchmesser. Nach unten zu werden die Äste dicker, verlieren auch ihre regelrecht zylindrische Gestalt, zeigen mannigfache Auswüchse und verwachsen miteinander. Auf der Vorderseite des Exemplares stehen so zahllose kurze Zweigenden wie kleine Türmchen in die Höhe.

Unter besonderen Bedingungen gewachsen, zeigt das Exemplar n. 6735 wieder eine andere Art der Entwicklung. Es gleicht einem kräftigen Polster, das stark gewölbt ist, etwa wie der Hut eines Pilzes, doch nicht gleichmäßig nach allen Seiten von der Mitte aus abfällt; der Querschnitt ist nicht kreisrund, sondern von ovaler Form, der größte Längsdurchmesser beträgt 25 cm, der größte Querdurchmesser 19 cm. Wenn man von oben auf das Polster sieht, fällt die große Gleichmäßigkeit der gewölbten Oberfläche auf, die Auswüchse stehen dicht nebeneinander, nur wenige Millimeter hoch, am Ende abgerundet oder auch zu mehreren zu einer niedrig

vorspringenden Kante verbunden. Von oben sind keine Hohlräume zu sehen, alle Äste sind zu einer dichten Decke verbunden, die von zahlreichen kleinen, rundlichen, von Würmern hergestellten Löchern wie von derben Nadelstichen durchbohrt ist. Man würde gar nicht auf dieselbe Art wie die oben beschriebenen Stücke schließen, wenn nicht die dichte Decke sich am Rande des gewölbten Stückes auflöste. Hier sind dann größere Hohlräume unter den miteinander teilweise vereinigten Ästen, die sich blatt- oder kantenartig verbreitern oder schmaler mit dem charakteristischen Zacken aufstreben. Da bei Ebbe der Standort nur schwach bespült wird, findet auf die Oberseite keine Entwicklung starker Äste mehr statt.

Bei den Exemplaren n. 6736 zeigt sich der Einfluß der rückströmenden Brandung. Wir haben auch hier feste, gewölbte Stücke vor uns, bei denen zum Teil die Oberfläche fast so dicht ist wie bei n. 6735, zum Teil aber sich auch deutliche Hohlräume unterscheiden lassen. Die Auswüchse gehen mehr oder weniger in zusammenhängende Kanten über, bei denen eine gewisse Reihenanordnung wahrzunehmen ist, auch neigen die Zacken mehr oder weniger nach einer Seite. Im übrigen tritt wieder am Rande stärkere Zacken- und Blattbildung auf.

Endlich kann die vielgestaltige Art auch flach und horizontal wachsen, sich bei geringer Astbildung ausbreiten und mächtige Krusten erzeugen (Exemplare n. 6730). Die Einzelkrusten sind 2—3 mm, auch bis 5 mm dick und wachsen zu mehreren übereinander, doch so, daß unregelmäßige Hohlräume zwischen den einzelnen Lagen bleiben. Die Oberfläche des Ganzen ist wellig und es erheben sich aus ihr dichtgestellt zahlreiche Auswüchse. Diese sind kurz und dick, stumpf kegelig bis unregelmäßig halbkugelig; es kommt nun vor, daß solche Auswüchse flach und breit werden und anfangen, sich über die Unterlage fortzuschieben, so daß sie dann schließlich einer neuen Krustenlage den Ursprung geben. Auch stoßen etwa die Ränder zusammen und wachsen gegeneinander etwas in die Höhe. Der Rand der großen Kruste verflacht sich immer mehr, schließlich wird er nur noch von einer Lage gebildet oder ist breit blattartig frei, am Rande gekerbt und wellig, so daß man eine Verwachsung flachgewordener Äste annehmen kann. Indem die Krusten sehr stark miteinander verwachsen und wenig Hohlräume unter sich lassen, entstehen fast solide Kalkstücke von einer Dicke bis 6—10 cm. An einzelnen Stellen werden die Auswüchse der Oberfläche mehr zylindrisch, bis zentimeterhoch und nähern sich der Zackenform der früher beschriebenen Stücke. Die verschiedenen Formen sind von den Bedingungen des Standortes geprägt; Foslie (l. c.) unterscheidet zwei Formen des *L. africanum*: f. *truncata*, mit oben abgeschnittenen, aufrechten Ästen und f. *intermedia*, die er folgendermaßen charakterisiert: The branches are in this form frequently longer than in f. *truncata*, partly terete and up to about 5 mm thick,

partly upwards often compressed and anastomosing, now and then almost palmate, or occasionally folded or winded, nearly 3 mm thick.

Anatomie des Thallus: Auf Längsschnitten durch einen der dicken kegelförmigen Vorsprünge aus dem Thallus ergibt sich folgendes Bild: Im Inneren ist ein dicker Strang von Markhypothallium vorhanden, der aus sehr zahlreichen Längsreihen von Zellen gebildet wird, die regelmäßig nebeneinander gelagert sind. Die Querwände stehen alle in ungefähr gleicher Höhe, so daß auch Querlinien deutlich sind, die mäßig gewölbt erscheinen; ihnen schließen sich die Zellreihen der dicken Rinde an, die weiter nach außen zu senkrecht zur Oberfläche gestellt sind. Der Strang des Markhypothalliums geht gleichmäßig durch bis zum gewölbten Ende des Vorsprunges, während die Rinde erst etwas weiter unterhalb einsetzt. Neben den am Ende stumpf abgerundeten Zacken kommen auch solche vor, die am Ende breit abgeschnitten sind; hier erscheinen in der Tat auf dem Längsschnitt fast gerade, nicht bogig verlaufende Querlinien.

Neben den Querlinien, die aus der Reihe der Querwände sich ergeben, treten auch noch andere Querzonen auf, die besonders bei schwacher Vergrößerung deutlich sind. Bei Färbung mit Bismarckbraun ergibt sich bei stärkerer Vergrößerung, daß je nach 2—3 Zellschichten der untere Teil der Zellen einer Querreihe sich stärker färbt als der obere Teil und die anderen Zellen. Es resultieren so stärker gefärbte braune Querlinien; die Färbung ist nur in der Wandung gegeben, da hier die Zellen inhaltslos sind, vielleicht sind die Wände hier dicker als an anderen Stellen.

Bei Längsschnitten durch einen flachen (bis blattartigen) Vorsprung sind die Bilder nicht wesentlich verschieden, wenn der Schnitt durch die schmale oder breite Achse geführt wird; nur die Mächtigkeit von Markhypothallium und Rinde wechselt. Fig. 24 zeigt einen Längsschnitt in der schmalen Achse mit den mäßig gewölbten Querlinien des Markes und den geraden Reihen der Rinde.

Die Zellen des Markhypothalliums sind klein, von rechteckig-ovaler Gestalt, kaum oder nicht ganz doppelt so lang als breit, 13—18 μ lang; die Zellen der Querreihen weisen zahlreiche offene größere oder kleinere Querverbindungen auf. Eine seitliche Verbindung der Längswände der Reihen konnte ich bei verschiedener Forschung nicht konstatieren.

Auf dem Querschnitt der Rinde treten fast überall in den Vorsprüngen Konzeptakel auf, in den untersuchten Exemplaren Tetrasporangien-Konzeptakel (Fig. 25). Viele liegen überwallt tiefer in der Rinde, oft noch mit nicht ausgetretenen Tetrasporen versehen. Die Höhlung der Konzeptakel hat einen Durchmesser von 160—200 μ. Über der Mündung der überwallten Konzeptakel befindet sich eine kleine Lücke; die überwallenden Zellreihen steigen nur wenig gebogen an und schließen dicht über der Ausgangsöffnung wieder zusammen.

In der Rinde sind mehrere verschiedene Zonen zu unterscheiden.

Zu äußerst bilden mehrere Zellschichten eine sich leicht im ganzen ablösende Zone kleiner Zellen, deren seitliche Verbindung durch starke Rötung bei Rutheniumfärbung hervortritt. Eine eigentliche sich von den darunterliegenden Zellen deutlich abhebende Deckschicht ist nicht

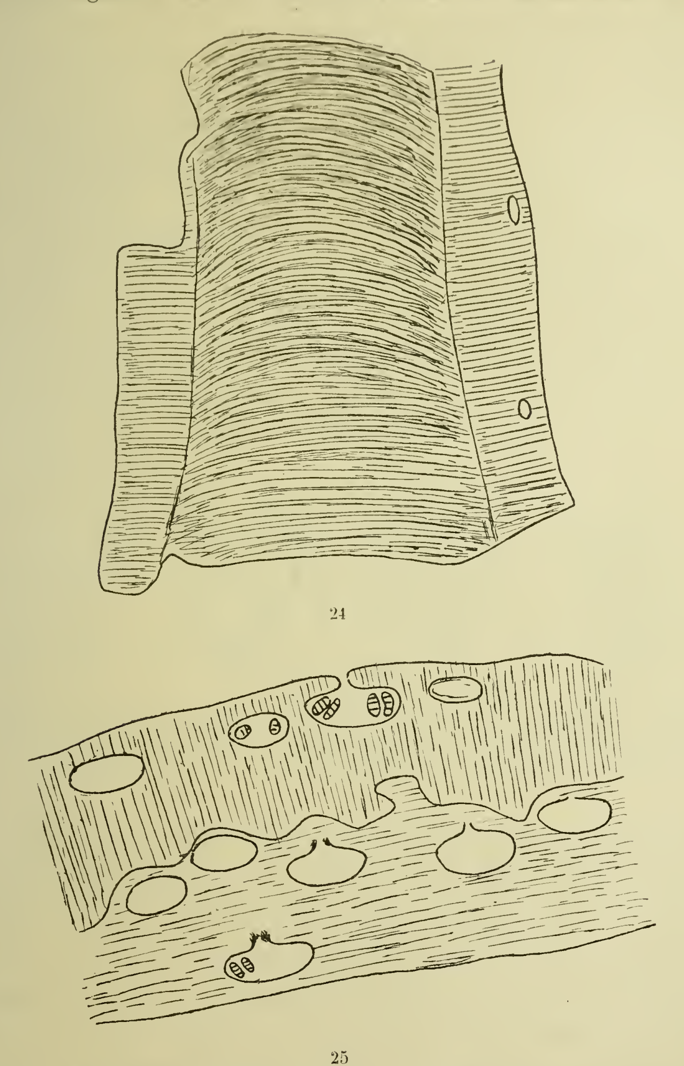


Fig. 24, 25. *Lithophyllum africanum* Foslie. 24. Längsschnitt durch einen flachen Vorsprung ($^{24}/_{1}$). 25. Querschnitt durch die Rinde eines Vorsprunges ($^{55}/_{1}$).

vorhanden, durch Teilung der Zellen wird der Zuwachs der Rinde gewonnen (Fig. 26). Gleich darunter folgen Zellen, an denen Querverbindungen in Ausbildung begriffen sind (Fig. 26). Schon hier wird die Anordnung in Längsreihen undeutlich. Die Zellen sind hier nur 3,5 bis 5,5 μ hoch. Es ist in ihnen nur ein Chromatophor in Form einer den

Wänden entsprechend gebogenen Platte vorhanden oder aber wenige getrennte Chromatophoren. Auf diese Zone folgt dann in der Rinde eine ziemlich breite Zone von Zellen, die durch stark entwickelte Querverbindungen netzig verkettet sind und durch große ungefärbte Zwischenräume bei Färbung mit Rutheniumrot getrennt sind. Es ist nur eine dünne Wandschicht kenntlich und die ganze Zelle erscheint stark rot gefärbt (Fig. 27). Die Länge dieser Zellen beträgt 7—14 μ. Dann folgt in der Rinde eine dritte breite Zone, in der eine konzentrische Schichtung ziemlich deutlich ist (Fig. 28). Die Lücken zwischen den Zellreihen sind hier nur schmal, doch ließ sich auch hier keine seitliche Verwachsung konstatieren, es färbt sich nur eine feine Wandlinie. Die Zellen sind hier 7—18 μ lang. Auffallend ist, daß in dem regelmäßigen Gewebe kleine Gruppen größerer und breiterer Zellen liegen. Die beschriebenen Zonen grenzen sich besonders bei schwächerer Vergrößerung gegeneinander ab; von der innersten findet dann ein allmählicher Übergang zum Markhypothallium statt. Stärke, und zwar nur wenige verhältnismäßig große Körner in der Zelle, ist nur in der Zone der netzig verketteten Zellen vorhanden.

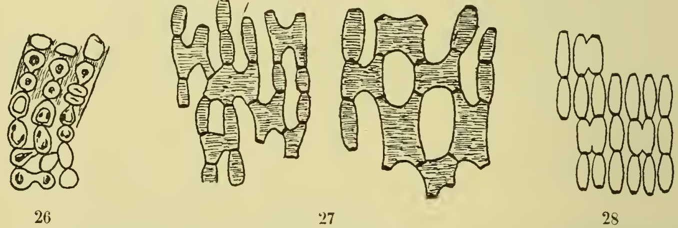


Fig. 26—28. *Lithophyllum africanum* Foslie. 26. Äußerste Rindenschichten ($^{620}/_1$). 27. Zellgruppen aus der mittleren Rinde ($^{620}/_1$). 28. Zellgruppen aus der inneren Rinde ($^{350}/_1$).

Die Kruste von *L. africanum* ist ziemlich dick und zeigt ein wohlentwickeltes Hypothallium und Perithallium. Sie wächst mit breitem gewölbtem Rande mit sehr zahlreichen Zellreihen fort. Nach unten zu liegt das Hypothallium dem Boden an, nach oben zu wird bald Perithallium gebildet, das zu bedeutender Stärke heranwächst. An älteren Krusten ist das Hypothallium nur noch zum Teil vorhanden und weist Löcher auf; bei Entkalkung bröckelt es sehr leicht ab und verliert den Zusammenhang. Es zeigt gute konzentrische Schichtung mit leicht gebogenen Querlinien, an die sich die geraden Zellreihen des Perithalliums ansetzen. Zahlreiche offene mehr oder weniger große Querverbindungen sind zwischen den Zellreihen vorhanden. Wie die Färbung erweist, sind die Zellreihen im Hypothallium seitlich miteinander verbunden, doch trennen sie sich leicht voneinander. Die Zellen sind von oval-rechteckiger Gestalt und 11 bis 18 μ lang.

Im Perithallium liegen zahlreiche überwallte Tetrasporenkonzeptakel.

Die Zellen sind hier niedriger, rechteckig-elliptisch, in senkrechte Reihen dicht gestellt, 7—9 μ hoch.

Lithophyllum Kotschyanum Unger, Beitr. zur näheren Kenntn. des Leithakalkes, in Denkschr. K. Akad. Wissensch. Wien, Math.-Naturw. Kl. XIV. (1858) 22, t. 5, f. 15, 16; Foslie, Algol. Notis. VI, Det Kgl. Vid. Selsk. Skr. (1909) no. 2, p. 34. — *Lithophyllum Kaiserii* Heydrich, Ber. Deutsch. Bot. Ges. XV. (1897) 412; Foslie, The Lithothamn. of the Maldives and Laccadives (Fauna and Geogr. Mald. Lacc. Archip. I. 4) (1903) 467, t. 24, f. 5—7; Lithothamn. Percy Sladen Trust Exped., Trans. Linn. Soc. VII. 6 (1907) 104; Pilger, Corallin. aus dem westl. Indisch. Ocean, in Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905, Bd. III. (1908) 45; Mme. Paul Lemoine, Struct. anat. des Mélobés., in Ann. Inst. Océan. II. 2 (1911) 150—156. — *Lithothamnion Kaiserii* Heydrich, Ber. Deutsch. Bot. Ges. XV. (1897) 64, t. III. fig. 8, 12—13. — *Lithophyllum racemus* (Lamour.) Fol. f. *Kaiserii* (Heydr.) Fosl. Rev. Syst. Surv. Melob. (1900) 17. (Von Foslie wird zu *L. Kotschyanum* auch *Lithophyllum madagascariense* Heydrich gezogen, was mir zweifelhaft erscheint.)

Das Originalexemplar von *L. Kotschyanum* Unger, das mir nicht bekannt ist, stammt vom Golf von Bahrein im Persischen Meerbusen (leg. Kotschy). Die Übereinstimmung mit *L. Kaiserii* wurde von Foslie festgestellt. Die Beschreibung und Abbildung stimmt gut überein. Die Alge ist ferner bekannt vom Roten Meere (El Tor, Originalstandort von *L. Kaiserii*), dann von Madagaskar, Mauritius, Seychellen, Malediven, Laccediven. Zweifelhaft ist das Vorkommen im pazifischen Ozean. Der neue Standort der typischen Form im atlantischen Ozean ist sehr bemerkenswert.

Annobon: Lavaklippen im NW., in flachem Becken (Mildbraed n. 6733. — Oktober 1911); aus einem schräg aufwärts gerichteten Strudelloch (Mildbraed n. 6732).

Außerdem sitzen den großen Exemplaren von *L. africanum* (vergl. dort) gut entwickelte Individuen der Art an. *L. Kotschyanum* erreicht aber an diesen großen Exemplaren nicht die Wassergrenze, sondern hält sich immer in einiger Tiefe. Die Kruste von *L. Kotschyanum* ist ziemlich dünn; aus ihr erheben sich durcheinandergewirrt die Äste. Die Exemplare haben dann eine gerundet gewölbte Oberfläche und erreichen einen Durchmesser von 40 cm. Die Äste sind sehr reich kurz verzweigt, sie teilen sich immer weiter gabelartig mit ganz kurzen Gliedern, die stark abstehen; die Enden sind abgeschnitten oder abgerundet, häufig verbreitert, dann an der Spitze von einem Durchmesser von ungefähr 3 mm; sonst sind die Zweige durchschnittlich 2 mm dick. Öfters sind die Enden verwachsen und bilden einen kleinen, dick abgeflachten Vorsprung. Im allgemeinen macht die Alge von oben betrachtet einen recht gleichmäßigen Eindruck mit ihren nach allen Seiten gerichteten kurzen Zweigenden, die aber nicht zusammenschließen, sondern Lücken zwischen sich lassen. Besonders am

Rande sind auch hier und da die Verzweigungen lockerer, die einzelnen Glieder länger, bis über $1/2$ cm lang. Bei dem Exemplar n. 6733, das aus einem flachen Becken stammt, ergaben sich wegen des Wachstums bis zur Wassergrenze Veränderungen, die denen bei *L. africanum* ähnlich sind. Die Enden der Zweige sind abgeflacht und niedergedrückt; die Zweige verwachsen mehr miteinander und die Enden legen sich so dicht gegeneinander, daß nur ganz geringe Lücken bleiben, ja an manchen Stellen eine fast krustenartige Ausbildung erreicht wird. Am Rande und nach unten zu lockert sich das Wachstum, es werden hier wiederum etwas längere rundliche Glieder ausgebildet. Bei dem Exemplar n. 6732, das unter besonderen Bedingungen in einem schräg aufwärts gerichteten Strudelloch gewachsen ist, wird das Wachstum noch mehr krustenartig und flach, es sind nur ganz kurze Äste vorhanden, die sich als mehr oder weniger niedergedrückte und abgeflachte Zacken mit schwacher Teilung erheben und vielfach miteinander verwachsen.

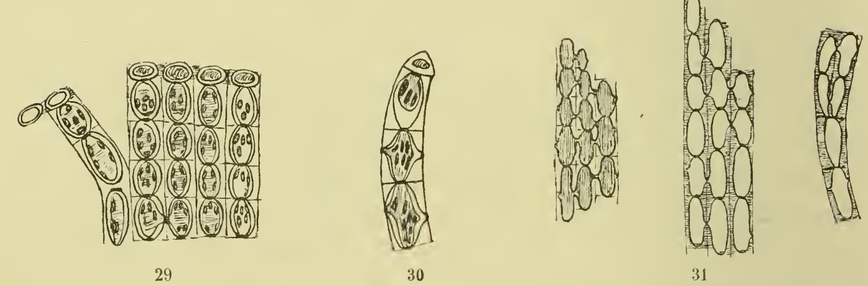


Fig. 29—31. *Lithophyllum Kotschyanum* Unger. 29, 30. Zellreihen aus der Rinde eines Zweiges ($620/1$). 31. Zellgruppen aus der inneren Rinde und aus dem Mark eines Zweiges ($350/1$).

Anatomie des Thallus: Die Zweige sind von einer geschlossenen Schicht von Deckzellen umgeben. Die Zellreihen der Rinde sind fest miteinander verbunden, wie Fig. 29 bei Rutheniumfärbung für die äußersten Zellschichten zeigt. Die Mittellamellen sind als schwache Längs- und Querlinien kenntlich, die Verdickungsschichten sind schwach rot gefärbt, dann ist wiederum stark gefärbt die ovale innere Wandschicht. Ihr liegt der Plasmainhalt bei dem Präparat dicht an oder hat sich etwas weiter zurückgezogen. Links an der Figur ist die Zellreihe etwas von den anderen abgelöst und läßt deutlich die Verbindungsschichten erkennen. Die Zellen sind hier 7—11 μ lang. Bis zur 10.—15. Zellreihe etwa sind Chromatophoren vorhanden, die in Form von größeren Körnern oder kleinen Platten verschiedener Gestalt den Plasmainhalt dicht erfüllen. Dann werden die Chromatophoren kleiner und undeutlich und verschwinden bald in den folgenden Schichten und es beginnt Stärke aufzutreten. Mit Stärke versehen sind die Zellreihen bis in die tieferen Rindenschichten hinein, oder

sogar auch das ganze Mark führt Stärke. Man kann (besonders im Mark) in den Zellen zahlreiche kleine, unregelmäßig zerstreute Stärkekörner unterscheiden, oder aber der ganze Inhalt der Zellen wird mit Jod ziemlich gleichmäßig braunrot gefärbt. Die seitlichen Zellverbindungen sind nicht offen, sondern es wird eine Verbindung durch geschlossene schmale Tüpfel erzielt; der Zellinhalt geht an diesen Stellen bis zur Tüpfelplatte an der Mittellamelle (Fig. 30). In der inneren Rinde sind die Zellen etwas länger gestreckt (Fig. 31), die innere Wandschicht von schmal ovaler Form; die Zellen sind 13—21 μ lang. Alle Zellen einer Reihe sind mit denen der benachbarten Reihen durch schmale Tüpfel verbunden. Die Zellen der Markreihen sind denen der inneren Rinde durchaus ähnlich, 18—25 μ lang; auch hier sind die Reihen seitlich miteinander verbunden, wie die Färbung mit Rutheniumrot zeigt (Fig. 31). Auf Querschnitten (Fig. 32) ergibt sich das gleiche, die stärker gefärbten Mittellamellen sind durchaus

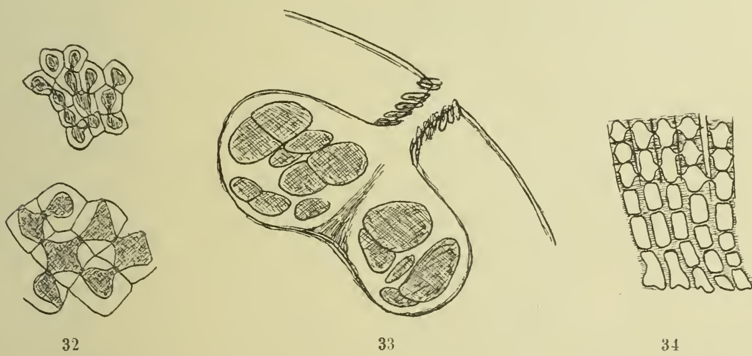


Fig. 32—34. *Lithophyllum Kotschyanum* Unger. 32. Querschnitte durch Markzellen eines Zweiges ($^{350}/_1$ und $^{620}/_1$). 33. Schnitt durch ein ♀ Konzeptakel ($^{175}/_1$). 34. Basale Zellschichten der Kruste; Färbung mit Bismarckbraun ($^{350}/_1$).

deutlich. Chlorzinkjod läßt die Mittellamelle ebenso wie die innerste ovale Wandschicht fast ungefärbt, färbt aber die Wand zwischen beiden hell blauviolett; somit treten die Ovale nicht als scharfe Linien, sondern nur als Grenze gegen den braungefärbten Zellinhalt hervor (bei Rindenzellen mit Stärkeinhalt); auch die Chlorzinkjodfärbung erweist also den seitlichen Zusammenhang der Zellreihen. Ebenso zeigt der Querschnitt an den Wänden stärker blau gefärbte Ringe, die durch ganz schwach gebläute schmale Zwischenräume getrennt sind.

Die weiblichen Konzeptakeln, die an den fruchtenden Ästen zahlreich auftreten, sind durchaus eingesenkt, nur die Mündung ragt ein wenig über die umgebenden Deckzellen hinaus (Fig. 33). Die Karposporen sind 2-teilig. Tiefer im Gewebe liegen zahlreiche überwallte Konzeptakel. Die Höhlungen haben einen gerundeten Boden, rings am Rande sitzen Karposporen. Der Durchmesser beträgt 230 bis gegen 300 μ.

Ein Schnitt durch die ziemlich dünne Kruste erweist, daß kein eigentliches Hypothallium entwickelt wird, dessen Zellreihen in ihrer Richtung im Gegensatz zum Perithallium ständen. Vielmehr kann höchstens die basale Zellschicht als Hypothallium bezeichnet werden, deren Zellen etwas rhizoidenartig ausgebildet der Unterlage angeheftet sind (Fig. 34). Von dieser basalen Zellschicht aus steigen die Zellreihen schwach gebogen oder fast gerade an. Bemerkenswert ist (Fig. 34), daß die untersten Zellschichten der Kruste keine Querverbindungen durch Tüpfel aufweisen, auch sind hier die Mittellamellen nicht deutlich, doch sind die Reihen untereinander verbunden. Die Zellen haben ungefähr rechteckige Form und sind 7—13 μ lang. Dann treten bald nach einigen Zellschichten Querverbindungen durch schmale Tüpfel auf und hier sind dann auch sofort die Quer- und Längslinien der Mittellamellen deutlich; die Zellen sind 7—11 μ lang; ihre innere Wandschicht zeigt die gewöhnliche elliptische oder breit elliptische Form. Es sind übrigens gelegentlich auch eine größere Zahl von basalen Zellschichten ohne Quertüpfel vorhanden. Mme. Lemoine gibt in ihrer Arbeit (l. c.) zum erstenmal richtig für *L. Kotschyanum* das Fehlen eines ausgebildeten Hypothalliums an. In meiner Beschreibung der Voeltzkowschen Corallineen (l. c. S. 45) bemerkte ich: Die basale Kruste zeigt ein ziemlich starkes Hypothallium, dessen bogig aufsteigende Zellreihen in ein am Exemplar ungefähr gleich dickes Perithallium übergehen. An der Kruste des untersuchten Exemplares sind die unteren Schichten mit den mehr rechteckigen Zellen stärker entwickelt und steigen oft bogig an, doch ist auch hier die untere Partie nicht als Hypothallium in dem Sinne wie sonst bei *Lithophyllum* zu bezeichnen. Zur Ausbildung von vorspringenden Ästen tritt an einer Stelle der Kruste ein stärkeres Wachstum ein, eine Anzahl von kurzen Zellreihen mit längeren und schmalen Zellen erheben sich über die Kruste. Von diesem Wachstumszentrum aus strahlen die Zellreihen gebogen fächerförmig aus und allmählich werden auch die konzentrischen Linien durch die gleichmäßige Reihung der Zellen immer deutlicher.

Lithophyllum leptothalloideum Pilger n. sp. — Tenuiter crustaceum, superficie tenuiter irregulariter lamellato-areolata, ramis erectis nullis; hypothallium nullum, cellulis filorum basalibus parum magis elongatis; conceptaculis tetrasporangiorum subhemisphaerico-prominentibus, diam. 300—350 μ.

Annobon: Auf einem großen Exemplar von *L. africanum* (Mildbraed — Oktober 1911).

Die sehr dünne Kruste der neuen Art überzieht die Zacken und Säulen von *Lithophyllum africanum* und zwar wurde sie gefunden auf dem Exemplar, das oben bei der genannten Art an zweiter Stelle beschrieben worden ist; die Unterlage macht hier teilweise einen abgestorbenen Eindruck. *L. leptothalloideum* fällt sofort auf durch seine kleinen, kräftig halbkugelig-kegelig vorspringenden Konzeptakeln, die zahlreich, häufig in

dichten Gruppen vorhanden sind, während die Konzeptakeln von *L. africanum* nicht vorspringen. Die dünne Kruste liegt überall der Unterlage dicht an und ist so ohne bestimmte Form. Die Oberfläche ist nicht glatt, sondern erscheint fein lamelliert; es sieht so aus, als ob flache, unregelmäßig konturierte Blättchen immer fest übereinander gewachsen sind. Es rührt dies von dem unregelmäßigen, nicht wie bei *L. Mildbraedii* gleichmäßig über die ganze Oberfläche fortschreitenden Dickenwachstum der Kruste her.

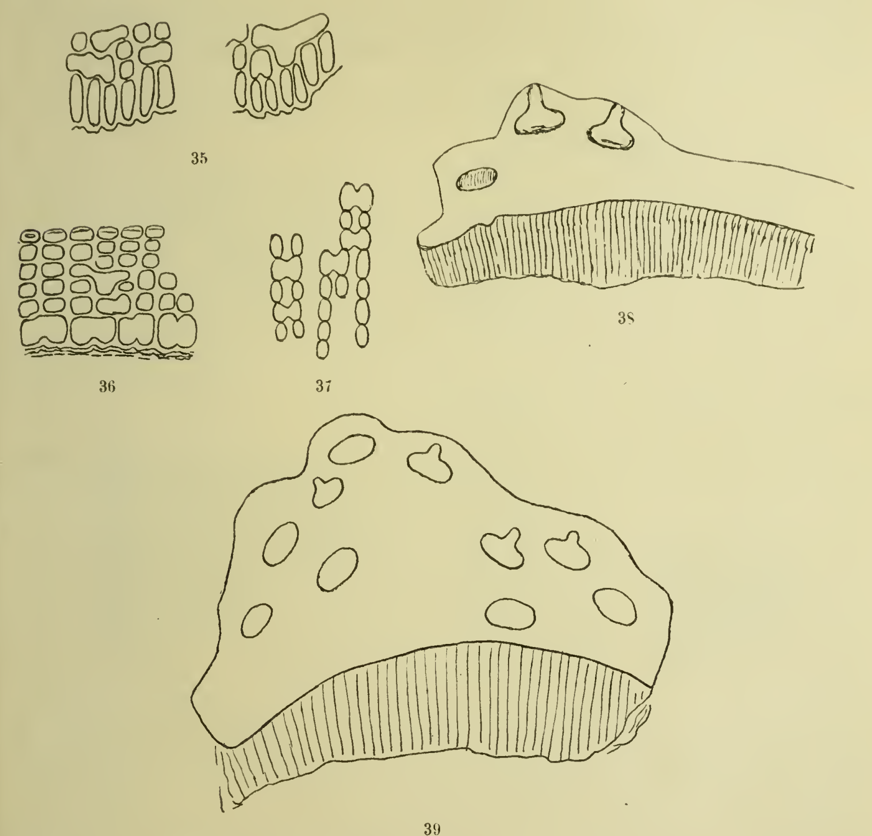


Fig. 35—39. *Lithophyllum leptothalloideum* Pilger. 35. Zellgruppen aus den Basalschichten der Kruste ($^{350}/_1$). 36. Schnitt durch eine junge Kruste ($^{350}/_1$). 37. Zellgruppe aus der Kruste mit Querverbindungen ($^{350}/_1$). 38. Jüngere Kruste mit Tetrasporangien-Konzeptakeln ($^{25}/_1$). 39. Ältere Kruste mit überwallten Konzeptakeln ($^{25}/_1$).

Bau der Kruste. Ein eigentliches Hypothallium ist nicht entwickelt. Die Zellen der basalen Schicht sind etwas hyphenartig verlängert (Fig. 35). Es können hier große offene Querverbindungen vorkommen (Fig. 36), oder aber diese treten in den darüberliegenden Schichten auf (Fig. 35). Auch mehrere Zellen können sich so zu größeren Fusionszellen vereinigen. Die Thalluszellen sind klein und zeigen einen elliptischen bis tonnenförmigen

Umriß; ihre Länge beträgt 7—11 μ. Hier und da finden sich Gruppen etwas größerer, bis 14 μ langer Zellen. Die zahlreichen Querverbindungen sind sehr groß oder mehr oder weniger eingeschnürt (Fig. 37). Eine ausgeprägte Deckschicht schließt die Kruste nach oben ab.

Die Tetrasporangien-Konzeptakel werden schon in dünnen Krusten ausgebildet, wo sie dann beträchtlich vorspringen (Fig. 38); an dickeren, hier und da stärker emporgewölbten Krusten sieht man dann im Innern zahlreiche überwallte Konzeptakel (Fig. 39); der Durchmesser der Konzeptakelhöhlung beträgt 300—350 μ, ihr Boden ist nicht vorgewölbt. Die Tetrasporen, die nur an einigen Stellen noch in ziemlich schlechtem Zustande erhalten waren, sind 4-teilig.

Die neue Art ist unter den Arten mit dünner und flacher Kruste ohne Zweigbildung leicht kenntlich.

Lithophyllum Mildbraedii Pilger n. sp. — Crustaceum, superficie laevi, ramis erectis nullis, crusta satis tenuis, margine crenulato-undulata, conceptaculis tetrasporangiorum punctulata; hypothallium nullum, cellulis filorum basalibus parum magis elongatis; conceptaculis tetrasporangiorum diametro 150—160 μ, tegmen medio irregulariter perforatum.

Annobon: Krusten auf einzelnen Steinen aus einem ruhigen Becken an den Lavaklippen im NW. (Mildbraed n. 6731. — Oktober 1911; desgleichen in Alkohol n. 6747).

Die Exemplare sind ganz angewachsene flache Krusten von ungefähr Millimeter-Dicke ohne jeden aufrechten Zweig auf mehr flachen oder bis fast kugeligen kleinen oder kleineren einzelnen Steinen. Die Krusten bedecken die Steine entweder nur teilweise, so daß der schwarze Stein noch sichtbar ist, oder aber sie hüllen kleinere Steine ganz oder fast ganz ein. Immer wachsen eine größere Zahl von Individuen auf einem Stein zusammen; wenn sie wachsen können, ohne aneinander zu stoßen, so gewinnen die dünnen, glatten Krusten einen rundlichen Umfang; der größte Durchmesser eines Individuums beträgt an den vorliegenden Exemplaren 3,5 cm, meist sind die Einzelkrusten noch beträchtlich kleiner. Der Rand verdünnt sich stark und ist wellig gekerbt. Meist aber wachsen die Einzelkrusten so dicht auf den Steinen, daß sie überall mit den Rändern aneinanderstoßen und gegeneinander hochwachsen. Manche Steine sehen dadurch wie gefeldert aus; die einzelnen Felder, oft nur im Durchmesser von 1—2 cm, sind von erhabenen Rändern umgeben. Diese erscheinen dadurch, daß sie gegeneinander anwachsen, öfters wie zweigartige Auswüchse.

An den sporangientragenden trockenen Exemplaren ist die Oberfläche, mit bloßem Auge betrachtet, fein punktiert; mit der Lupe erkennt man die kleinen Sporangien-Konzeptakeln, die dicht gedrängt stehen und nur ganz wenig flach über die Oberfläche hervortreten; oder aber die kleinen, flachen Deckel sind abgestoßen und die Konzeptakeln erscheinen dann als kleine, flache Vertiefungen.

Bau der Kruste. Die Kruste läßt kein ausgebildetes Hypothallium unterscheiden; von der basalen Zellage aus steigen die Zellreihen gerade oder mehr oder weniger gebogen an; die untersten Zellschichten sind weniger regelmäßig in Form als die folgenden (Fig. 40). Das ganze Wachstum ist der Gesteinsunterlage angepaßt. Das Zellinnere ist bei den Zellen der Kruste von schmal elliptischer bis fast rundlicher Gestalt, und zwar sind die Zellen im unteren Teil der Kruste gewöhnlich länger gestreckt (Fig. 41, 42). Die Länge der Zellen beträgt 8—18 μ. Die Längsreihen sind seitlich miteinander verbunden, wie die Färbung mit Rutheniumrot zeigt; relativ schmale Tüpfelkanäle gehen durch die Längswände der be-

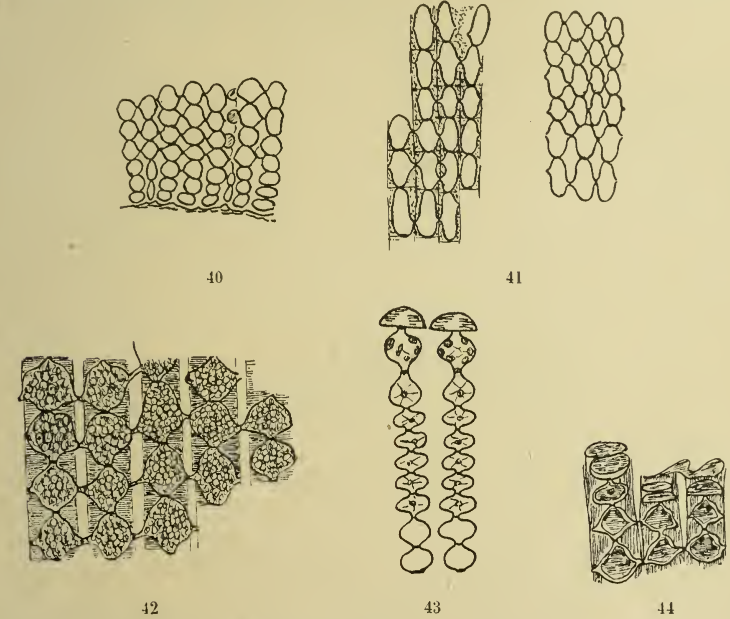


Fig. 40—44. *Lithophyllum Mildbraedii* Pilger. 40. Basalschichten der Kruste ($^{350}/_1$). 41. Zellgruppen aus dem unteren Teil der Kruste ($^{350}/_1$). 42. Zellgruppen aus dem mittleren Teil der Kruste ($^{620}/_1$). 43. Obere Schichten einer jungen Kruste ($^{620}/_1$). 44. Außenschichten der Kruste, die Zellreihen etwas voneinander getrennt ($^{620}/_1$).

nachbarten Zellen aufeinander zu. Die Verbindung der Längsreihen läßt sich leicht durch Druck lösen, die Zellen rücken dann etwas auseinander (Fig. 42), so daß ungefärbte Zwischenräume entstehen; um so deutlicher werden dann die rotgefärbten Rechtecke, die die scharfe Kontur der inneren Wandlamelle umgeben; auch die Mittellamelle der Querwände sind meist deutlich. Auch einzelne Zellreihen können sich ganz ablösen, wobei aber immer die rechteckige Form der äußeren Umrisse gewahrt bleibt.

Gelegentlich findet subdichotomische Teilung der Längsreihen statt (Fig. 41). Bei Färbung mit Bismarckbraun treten oft die Mittellamellen der Querwände stark gefärbt ziemlich breit hervor, so daß sie auch die

Tüpfel verdecken. Man gewinnt dann den Eindruck einer breiten Querwand, wie sie in der Arbeit von Mme. LEMOINE für viele *Lithophyllum*-Arten dargestellt ist.

Die Kruste ist bedeckt mit einer Schicht niedriger engschließender Deckzellen (Fig. 43); an sie schließen sich in jüngeren wachsenden Teilen der Kruste 1—2 längere Zellen, dann folgen 4—5 sehr niedrige Zellen. Hier liegt die Teilungszone, die Zellen müssen hier also noch wachstumsfähig sein und können nicht durchaus verkalkt sein. An älteren Teilen der

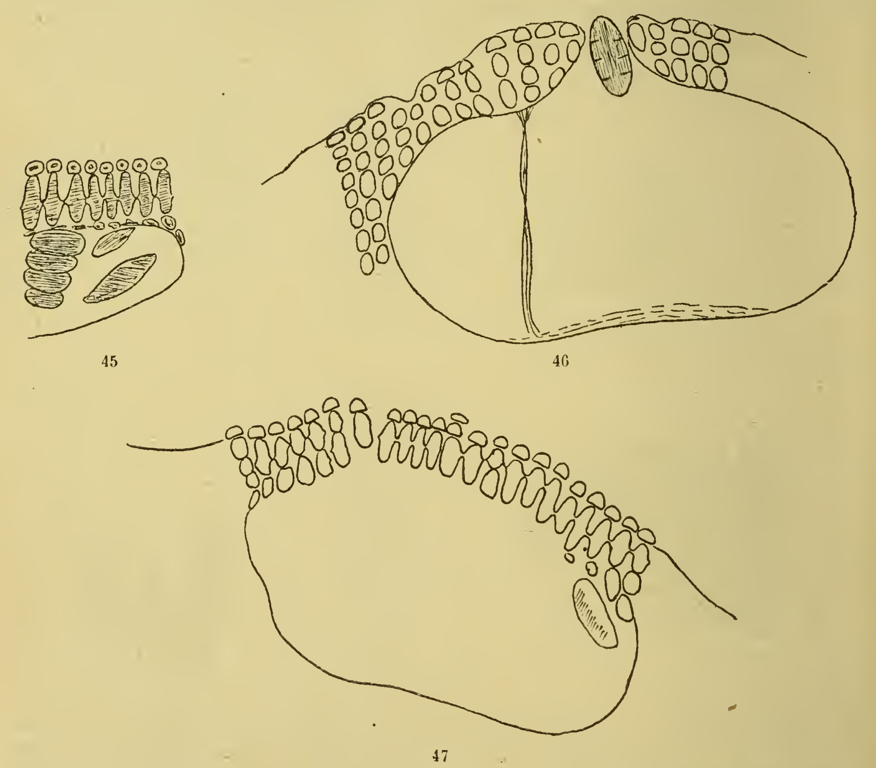


Fig. 45—47. *Lithophyllum Mildbraedii* Pilger. 45. Teil der Wandung eines Tetrasporangien-Konzeptakels (nicht genau in der Mitte getroffen) ($^{350}/_{1}$). 46. Tetrasporangien-Konzeptakel. Bildung einer Öffnung im Dach ($^{359}/_{1}$). 47. Das Dach eines Tetrasporangien-Konzeptakels wird abgehoben; Konzeptakel nicht genau in der Mitte getroffen.

Kruste ist die Deckschicht oft mehr oder weniger unregelmäßig oder abgestoßen (Fig. 44). Chromatophoren sind in den äußersten Zellschichten der Kruste in Form kleiner, rundlicher Körner vorhanden. Stärkeinhalt beginnt in der vierten bis fünften Zellschicht unter der Oberfläche und reicht fast durch die ganze Kruste hindurch; entweder sind einzelne Körner erkennbar, die die Zellen oft dicht erfüllen, oder aber es sind einzelne Körner nicht zu unterscheiden und der ganze Zellinhalt erscheint bei Jodfärbung als eine einheitliche Masse von braunroter bis braunschwarzer Färbung.

Die zahlreich vorhandenen Tetrasporangien-Konzeptakeln liegen fast in gleicher Höhe mit der Oberfläche der Kruste oder sind nur wenig vorgewölbt; die Höhlung ist von ovalem Umriß, von 150—160 μ Durchmesser, die Sporangien sind 4-teilig. Das Dach des Konzeptakels wird nur von 1—3 Zellschichten (außer den Deckzellen) gebildet (Fig. 45, 46, 47). Es wird nachträglich in der Mitte aufgelöst, so daß nach Entfernung der mittleren Zellgruppe eine einzige Öffnung entsteht, aber kein Porus mit vorgezogener Mündung, wie er bei den echten Lithophyllen vorhanden ist. Allmählich wird das Dach der Höhlung ganz abgestoßen. Fig. 47 zeigt den Beginn dieses Prozesses. Auch in den ausgebildeten Konzeptakeln sind noch Verbindungen vom Boden nach dem Dach hin zu erkennen; der Boden ist nicht in der Mitte vorgewölbt. Nach der Art der Konzeptakelbildung scheint mir die neue Art mit *L. decipiens* Fosl. verwandt zu sein, wenigstens läßt die kurze Beschreibung von Foslie vermuten, daß die Sporangienkonzeptakel ebenfalls nicht durch eine vorgezogene Mündung sich öffnen, sondern daß die einzige Öffnung durch Auflösung oder mittleren Partie des Daches zustande kommt. Vielleicht wird auf diesen besonderen Modus der Entleerung der Tetrasporangien-Konzeptakeln hin eine neue Gattung begründet werden können, doch möchte ich vorläufig darauf verzichten, da die Abgrenzung der Gattungen überhaupt noch so wenig geklärt ist.

Amphiroa Lamour.

Amphiroa annobonensis Pilger n. sp. — Dense caespitosa, fragilissima, humilis, parte inferiore irregulariter ramifera, superne subdichotome divisa, apicibus tantum leviter zonata, apices truncato-rotundati, rami ± compressi.

Annobon: Lavaklippen im NW. Seichtes, bei Ebbe zurückbleibendes Becken (Mildbraed n. 6668. — Oktober 1911). Kleine, starre, dichte, rötlichgraue Polster (Mildbraed n. 6619. — September 1911).

Die Art ist trocken sehr leicht zerbrechlich und zerfällt leicht in kleine Teile; sie wächst sehr dicht rasenförmig auf größeren krustigen Corallinaceen, mit durcheinandergewirrten Zweigen. An flachen Krusten, also an Steinen, wo sie starker Wellenbewegung ausgesetzt ist, ist sie niedergedrückt und bleibt ganz kurz, in kleinen Spalten und Vertiefungen entwickelt sie sich besser. Die Länge der mehr oder weniger niederliegenden Sprosse überschreitet an den mir vorliegenden Exemplaren nicht 1,5 cm, bleibt aber, wie erwähnt, oft weit darunter. Die Verzweigung ist in den oberen Teilen meist mehr oder weniger gabelig (Fig. 48 *a*, *b*, *c*), doch findet keine regelmäßige gleichartige Seitenentwicklung beider Teile statt, vielmehr kann ein Ast ganz kurz bleiben, während der andere sich mit neuen Gabelungen kräftig weiter entwickelt; die Äste spreizen in ziemlich großem Winkel voneinander ab. In den unteren mehr nieder-

liegenden Teilen (Fig. 48 *d*) ist keine Gabelung vorhanden, es können hintereinander mehrere Seitenzweige nach einer Seite entwickelt werden. In den oberen Teilen bei stärker ausgeprägter Gabelung können auch solche seitliche Zweige hier und da auftreten. Die Glieder zwischen den einzelnen Gabelungen sind 1—4 mm lang. Eine Zonenbildung ist nur an

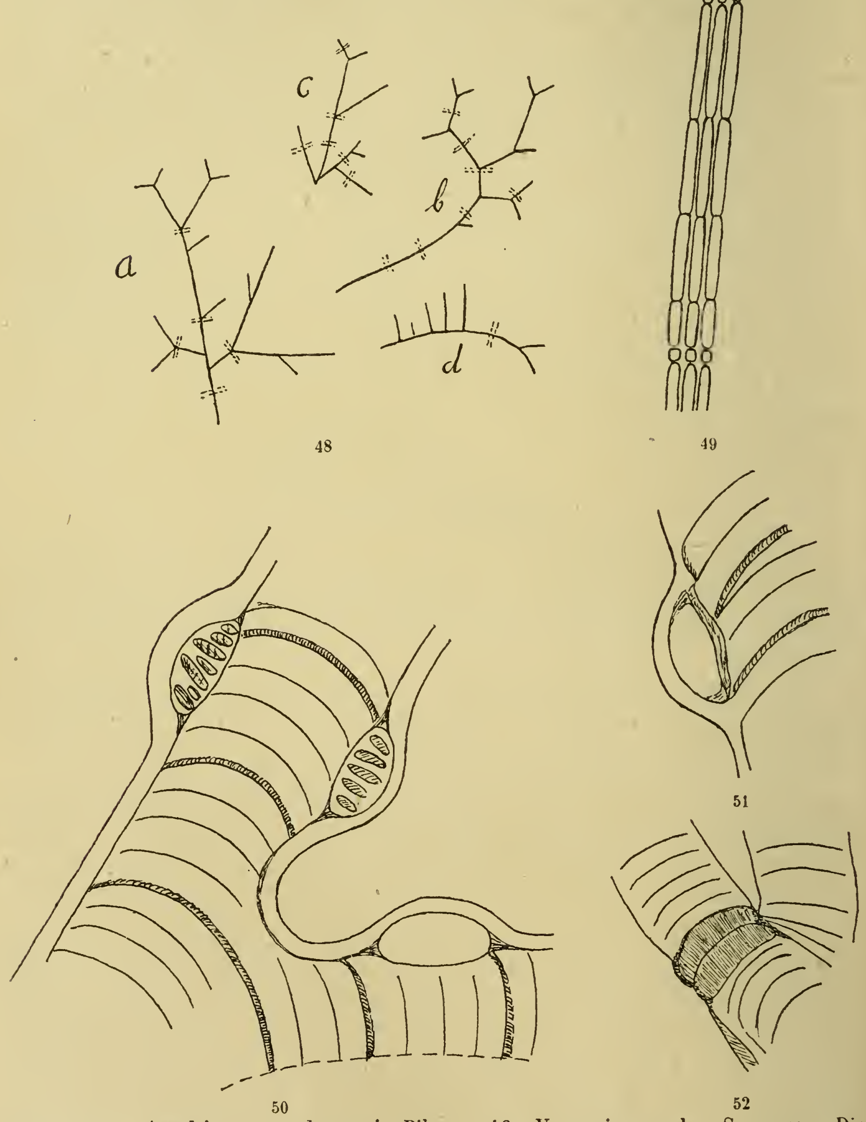


Fig. 48—52. *Amphiroa annobonensis* Pilger. 48. Verzweigung des Sprosses. Die unverkalkten Gelenke sind durch punktierte Doppellinien angedeutet. 49. Zellen aus dem Mark ($^{190}/_1$). 50. Teil des Sprosses mit Verzweigung ($^{65}/_1$). 51. Entleertes Konzeptakel ($^{65}/_1$). 52. Unverkalktes Gelenk aus 2 Zellschichten gebildet ($^{65}/_1$).

wachsenden, flach abgerundeten Spitzen durch leichte Querstreifung kenntlich. Die zahlreich vorhandenen kurzen unverkalkten Gelenke liegen teils an den Gabelungsstellen, teils mitten in den Gliedern (Fig. 48). Die Sprosse sind im oberen Teil immer mehr oder weniger abgeflacht mit stumpfen Kanten, niemals ausgeprägt zylindrisch, nur im unteren Teil nähern sie sich einer drehrunden Form. Ihre Breite variiert auch am selben Ast, der bald mehr zusammengezogen, bald wieder etwas verbreitert ist. Im Durchschnitt beträgt die Breite $^1/_2$—$^3/_4$ mm. Die Konzeptakeln sind klein und springen kräftig vor, sie bedecken, vielfach reihenweise aneinander stoßend, dicht die fruchtbaren Äste; oft sind sie ungefähr zweireihig nach den Kanten zu gestellt. Das Markgewebe zeigt ausgeprägte Schichtung, indem gewöhnlich auf 4 Schichten längere Zellen eine Schicht kurzer, fast rundlicher Zellen folgt (Fig. 49, 50), die bei schwacher Vergrößerung als leicht gebogenes Querband erscheint (Fig. 50). Die Zellen werden auch in den 4 Schichten von oben nach unten zu kürzer, aber ganz allmählich, dann folgen ohne Übergang die rundlichen Zellen. Gelegentlich sind zwischen den kurzen Zellen auch nur 3 Zellschichten vorhanden. Die Länge der Zellen in den 4 Schichten beträgt durchschnittlich 85—95 μ, 75 μ, 65 μ, 38—48 μ. Die Rinde ist verhältnismäßig schmal; die äußeren Zellen haben ein einfaches Chromatophor; den Abschluß bildet eine geschlossene Schicht niedriger Deckzellen. Die Konzeptakel (wahrscheinlich in den untersuchten Exemplaren Tetrasporen-Konzeptakel) lehnen sich unmittelbar an das Markgewebe an, die Rinde fällt hier fort (Fig. 51). Ihr Durchmesser beträgt (außen mit der Wand gemessen) 335—365 μ. Die unverkalkten Gelenke werden aus 2 Zellschichten mit Anteilnahme der Rinde gebildet (Fig. 52).

Die neue Art ist verwandt mit *A. exilis*, aber unterschieden durch unregelmäßige Verzweigung, geringe Breite der Glieder, ferner durch die in zwei Reihen gestellten Konzeptakel und durch die aus zwei Schichten gebildeten Gelenke.

Bemerkungen über die Zellwand und die Verbindung der Zellen bei den Corallinaceen.

Zunächst ist überall leicht ersichtlich, daß die Zellen der Corallineen in Längsreihen angeordnet sind. Unger, der sich in seinen Beiträgen zur näheren Kenntnis des Leithakalkes (Denkschr. K. Akad. Wissensch. Math.-Naturw. Kl. XIV. [1858] 13—38, t. 5—6) mit dem Bau der Kalkalgen beschäftigte und auch einige rezente Formen beschrieb, übersah die Querwände der Längsreihen und hielt sie für rosenkranzartig eingeschnürte Röhren. Bemerkenswert aber ist, daß er die Verbindung der Längsreihen erkannte (S. 20): »Etwas tiefer unter der äußersten Oberfläche lassen die Zellräume dagegen sehr deutliche Zwischenräume übrig, wie das auch aus dem entsprechenden Längsschnitte ersichtlich ist. Untersucht man nun

diese Zwischenräume genauer, namentlich in den mit Säuren behandelten Pflanzen, so findet man sie keineswegs leer, sondern durchaus von einer Gallerte erfüllt, einer Gallerte, die nichts anderes als das Ausscheidungsprodukt der Gliederröhren selbst sein kann, und die wir bei Algen, namentlich bei den Nostocineen, Chlorococcaceen usw. so ausgebreitet finden, und die als Hüllmembran zur Bildung der Zellhaut selbst gehört. Die untereinander verschmelzenden Hüllmembranen der Gliederröhren sind es also, welche diese scheinbaren Interzellularräume erfüllen. So wie in anderen Fällen eben diese Gallerthülle die Trägerin von Salzen, Farbstoffen usw. ist, so ist es diese, welche auch hier als die vorzüglichste Trägerin des kohlensauren Kalkes erscheint, und daher von Kalk durchdrungen, als ein steinharter fester Kitt die Röhren selbst zusammenhält.«

1866 machte S. Rosanoff (Recherches anatomiques sur les Mélobésiées, in Mém. Soc. Imp. Sc. Nat. Cherbourg XII) genauere Angaben über den Aufbau der Kalkalgen. Über die Wand und ihre Inkrustation bemerkt er folgendes: De même que, dans les Lichens hétéromères crustacées, l'oxalate de chaux se trouve hors des cellules, dans les méats intercellulaires et probablement encore dans la substance des parois cellulaires, de même aussi le carbonate de chaux, renfermé dans le tissu des Corallinées, ne se trouve jamais en forme de cristaux ou de granules dans les cavités des cellules; mais il est déposé soit entre les parois longitudinales des cellules, soit parmi les molécules de cellulose dont les parois sont composées, soit enfin comme une couche plus ou moins épaisse, plus ou moins unie, recouvrant la surface intérieure de la membrane cellulaire. C'est à cause de cette incrustation que le parois apparaissent souvent très épaisses, avant que la coupe soit traité par de l'acide acétique ou chlorhydrique. Après avoir subi ce traitement, le tissu est plus ou moins désagrégé, et dans certaines espèces, les séries longitudinales des cellules se détachent les unes des autres, parce que la chaux carbonatée qui contribuait à les lier est dissouté. Les parois, debarassées de la matière incrustante, sont, dans la plupart des cas, assez minces.« Das letztere ist nicht ohne weiteres zuzugeben. Die die Längsreihen der Zellen verbindende Wand hat durchschnittlich beträchtliche Dicke. Gewiß trägt der Kalk wesentlich dazu bei, die Längsreihen der Zellen fest zusammenzufügen, und in vielen Fällen lassen sich die Längsreihen nach Entkalkung mehr oder weniger durch Druck isolieren, da die Querwände eine viel dauerhaftere Verbindung darstellen. Immerhin ist aber diese Verbindung vorhanden und oft z. B. bei dem oben beschriebenen *Goniolithon* sind auch die Längsreihen nach der Entkalkung noch durchaus fest miteinander verbunden. Man vergleiche hier die Fig. 53 von *Lithophyllum Cystosirae* (Hauck) Heydr. nach einem Exemplar aus dem adriatischen Meer. Die Art bildet dünne, unregelmäßige Krusten auf *Cystosira*. (Die Bestimmung erfolgte nach der kurzen Beschreibung von Hauck, der über den inneren Bau nichts berichtet.) Die

Figur stellt eine Zellgruppe aus dem unteren Teil der Kruste dar, nach Entkalkung mit Rutheniumrot gefärbt. Im Zellumen sind zahlreiche Stärkekörner verschiedener Größe vorhanden. Die Zwischenräume zwischen dem Zellinnern sind schön rosa gefärbt, und dunkler rot gefärbte sich rechtwinklig kreuzende Linien, die Rechtecke begrenzen, sind in diesen Zwischenräumen kenntlich. Sie sind die Mittellamellen, die den benachbarten Zellen gemeinsam angehören. Auch die innere Wandlamelle, die die Wand gegen das Zellumen abgrenzt, tritt durch stärkere Färbung als deutliche Linie hervor. Sowohl die Querwände als die Längswände der Zellen sind durch Tüpfel unterbrochen. Zarter ist die Färbung der Zwischenräume an jungen Partien des Thallus unter der Oberfläche (Fig. 54). Ähnliche Wandbildung ist im speziellen Teile der Arbeit vielfach beschrieben worden (vergl. z. B. Fig. 4, 29—31).

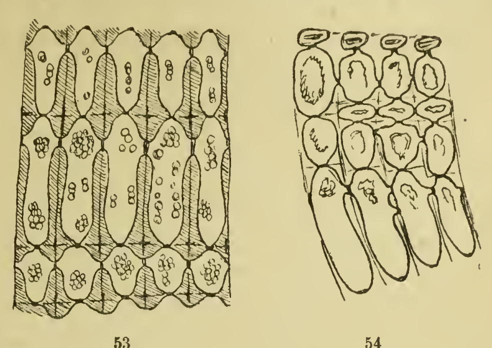


Fig. 53, 54. *Lithophyllum Cystosirae* (Hauck) Heydr. 53. Zellgruppe aus dem unteren Teil der Kruste ($^{375}/_1$). 54. Zellschichten an der Oberfläche der Kruste ($^{375}/_1$).

Eine Färbung mit Chlorzinkjod läßt das Gewebe, wenn eine starke Tinktion angewendet wird, gelbbraun erscheinen, bei schwächerer und langer Färbung erhalten die Schnitte eine mehr oder weniger stark ausgeprägte grauviolette oder blauviolette Farbe. Bei näherer Untersuchung zeigt sich, daß die Zellen durch ungefärbte, Rechtecke bildende Linien getrennt sind, die also die mit Rutheniumfärbung stark rot hervortretenden Mittellamellen darstellen; die Verdickungsschichten zeigen die Chlorzinkjodfärbung.

Neuere Untersuchungen über die Wand der Kalkalgen und die Einlagerung des Kalkes finden sich in dem Werke von F. G. Kohl: Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze (Marburg 1889): Dort heißt es S. 148: »Die kalkführenden *Peyssonnelia*-Arten und sämmtliche *Corallinaceen* haben das gemein, daß bei ihnen der kohlensaure Kalk die sekundäre Verdickungsmasse gewisser Zellen oder Gewebe incrustirt, allerdings oft so stark, daß der organische Rest der verkalkten Membranen häufig bis zu einem Minimum herabsinkt. Trotzdem liegt eine Cellulosemembran allen Kalkmassen zu Grunde, weshalb wir an den verkalkten Schichten immer die Sculptureigenthümlichkeiten der gewöhnlichen sekundären Verdickungsschichten wiederfinden, Schichtung, Streifung, Tüpfelbildung etc.«

Aus der kurzen Beschreibung und den Abbildungen des Verf. (S. 149, 150, t. III. fig. 7, 26—33 für *Melobesia Cystosirae*, *Lithophyllum in-*

crustans, *L. espansum*, *Lithothamnion Racemus* [nicht entkalkt]) geht hervor, daß bei den untersuchten Formen gemeinsame Primärmembranen auch in der Verbindung der Längsreihen vorhanden sind, denen sich mehr oder weniger mächtige verkalkte sekundäre Membranen mit feiner radialer Streifung anschließen, die durch einfache Tüpfel unterbrochen sind. Wie aus dem von mir oben Erwähnten zu sehen ist, bleiben diese sekundären Schichten auch nach der Entkalkung vorhanden und färben sich schwach mit Rutheniumrot oder Bismarckbraun, stärker mit Chlorzinkjod; der, wie Verf. erwähnt, oft nur geringe Rest organischer Substanz in den Schichten läßt es begreiflich erscheinen, daß die Längsreihen nach der Entkalkung oft leicht auseinander weichen.

K. Yendo (A Study of the Genicula of *Corallinae* in Journ. Coll. Scienc. Tokyo XIX. [1904] Art. 14) bearbeitete hauptsächlich die Morphologie und Anatomie der unverkalkten Gelenke der Corallinen, doch finden sich in der Arbeit auch Bemerkungen über die Wandbildung in den Gliederzellen. Die Verkalkung findet in den Zellwänden statt; die Mittellamelle scheint besonders reich an fein verteilten kleinen Partikelchen der verkalkenden Substanz zu sein. Die Zellwand besteht aus: a compound of cellulose, gelose and lime. Die Mittellamelle ist besonders reich an Pektinsubstanzen. Über die Verbindung der Zellen bemerkt Verf. folgendes (S. 36): »The intercellulare space in the articular cells in some times filled by the middle lamella, the so called intercellular substance of Dippel; some times it is free from any packing. These differences depend upon the species. In some species which have no true spaces between the cells, the middle lamella has a considerable thickness; in those which have the rooms, the middle lamella is found adherent to the primary cellwall around the room ... The middle lamella is rich in pectin compound and stains very well with haematoxylin, safranin, anilin blue and ruthenium red ... The primary cellwall supplies the greater part of the framework. When the pectin compound had been dissolved by proper treatment, the cellulose reaction was seen in this part ... The secondary lamella lines the inside of all the celles and has a character similar to the middle lamella against the chemical and the staining reagents.« Von der Auffassung der Mittellamelle als einer die Interzellularräume ausfüllenden Substanz sei hier abgesehen. Wenn wir die Beschreibung der Wand der Gliederzellen der Corallinen (ausführlichere Bemerkungen über einzelne Arten oder Abbildungen werden nicht gegeben) mit dem von uns etwa bei *Goniolithon* oder *Lithophyllum Mildbraedii* festgestellten vergleichen, so ergibt sich ein übereinstimmendes Resultat: Rutheniumrot färbt die Mittellamelle und die innere dünne ovale Lamelle stark, die dazwischenliegende Zellwand schwach. Verf. erwähnt auch bei den Corallinen den Umstand, daß nicht immer die Zellreihen verbunden sind, sondern daß öfters der Interzellularraum frei ist »from any packing«.

Hierbei muß für die krustigen Corallinaceen an den wichtigen Unterschied im Aufbau des Hypothalliums erinnert werden, der zuerst von Mme. P. Lemoine scharf hervorgehoben worden ist (Sur la distinction anatomique des genres *Lithothamnion* et *Lithophyllum*, in Cpts. Rend. Acad. Sc. Paris CXLVIII. [1909] 435 und Structure anatomique des Mélobésiées, in Ann. Inst. Océan. II. 2 [1911] p. 19): 1. Type *Lithothamnium*. L'hypothalle est constitué par des files de cellules disposées horizontalement, très enchevêtrées; ces files sont plus ou moins nombreuses, et par suite, l'hypothalle est plus ou moins épais. Le périthalle est constitué par des files de cellules dressées, continuant les files hypothalliennes. Les cellules du périthalle sont ovoides ou plus ou moins rectangulaires; les files sont toujours distinctes les unes des autres; les cloisons des cellules montrent toujours une couche épaisse de composés pectiques.

2. Type *Lithophyllum*. L'hypothalle de la croûte est formé de files, non pas lâches comme chez certains *Lithothamnium*, mais toujours juxtaposées. Les cellules sont généralement plus grandes que celles des espèces de ce genre, elles sont rectangulaires; leur cloisons de séparation sont épaisses et très colorées. Les cellules des différentes files se disposent en rangées et l'aspect du tissu et par suite très charactéristique. Ces rangées sont limitées par les cloisons des cellules qui se juxtaposent. Le perithalle est formé de files qui continuent les files de l'hypothalle; ces files sont lâches ou juxtaposées suivant les espèces.

Ob nun dem angegebenen Unterschied im Hypothallium ein für die Systematik ausschlaggebender Wert beizumessen ist, mag dahingestellt bleiben; jedenfalls sind bei vielen *Lithophyllum*-Arten mit dickerem Hypothallium die Längreihen der Zellen fest miteinander verbunden, die Reihen der Querwände, die in gleicher Höhe stehen, erscheinen als parallele, deutlich hervortretende, gebogene Linien, so bei *Lithophyllum africanum*. Bei den anderen von mir oben beschriebenen *Lithophyllum*-Arten ist kein dickeres Hypothallium vorhanden, sondern dieses ist auf die basale Zellschicht reduziert. Dem *Lithothamnium*-Typus aber entspricht das oben beschriebene Hypothallium von *Goniolithon*. Die Zellfäden, häufig pseudodichotomisch geteilt, sind hier voneinander isoliert und nicht regelmäßig einander parallel angeordnet, die Wände sind nur dünn. Wahrscheinlich wird immerhin wohl auch hier ein Zusammenhang durch den Kalk bewirkt. Ferner fehlt der seitliche Zusammenhang z. B. auch in den Rindenschichten der Äste von *Lithophyllum africanum*, wie oben beschrieben wurde; durch die weitausgreifende seitliche Verbindung der Zellreihen wird eine netzartige Ausgestaltung der Elemente erreicht.

Mme. P. Lemoine hat in ihrer erwähnten Arbeit als hauptsächliches Färbemittel acide iodhydrique iodé fumant angewendet: »C'est le meilleur réactif de la cellulose, qu'il colore en violet. Les cellules reprennent leurs dimensions naturelles et leurs cloisons sont nettement visibles; par contre,

le contenu disparaît complètement, ainsi que les grains d'amidon.« Die Wand ist nach der Darstellung aus Pektinstoffen und Zellulose zusammengesetzt. Durch die ersteren werden die Zellen eines Fadens an ihren Querwänden zusammengehalten. Färbt man einen Schnitt von *Lithothamnium* mit dem Zellulosereagenz, so bleibt an den Querwänden ein nicht gefärbter Zwischenraum; wenn man ein Reagenz für Pektinstoffe gebraucht, so wird diese Zone gefärbt. Bei *Lithophyllum* ist es anders; hier wird bei Anwendung eines Zellulosereagenz eine starke dicke Querwand gefärbt und es bleibt kein farbloser Zwischenraum. Die Pektinstoffe sind trotzdem vorhanden; sie sind aber weniger entwickelt und werden durch die starke Färbung der Zellulosekomponenten verdeckt. Bei den Längswänden sind die pektinhaltigen Lagen außen, die Zelluloselagen innen. »Par le rouge de ruthénium, le trait qui représente la section de la cloison est extérieur à celui que fait apparaître l'acide iodhydrique iodé. Par conséquent la paroi est bien constitué à l'extérieur par de composés pectiques, à l'interieur par de la cellulose.« Ich muß daran erinnern, daß bei Färbung mit Rutheniumrot die ganze Wand (z. B. *Goniolithon*, *Lithophyllum*-Arten) gefärbt wird, die mittlere Partie schwächer, die innerste und die zwischen den Zellen befindliche Lamelle stark. Die mittlere Schicht wird dagegen durch Chlorzinkjod stark gefärbt. Die Angaben über den Aufbau der Wand sind nicht durch Abbildungen verdeutlicht, die zahlreichen Figuren im speziellen Teil der Arbeit sind in dieser Beziehung unbefriedigend, da sie die Wände der Zellen stets durch einfache, mehr oder weniger dicke Linien darstellen, die entweder durch Zwischenräume getrennt oder benachbarten Zellen gemeinsam sind.

Besonders wird aber durch die Zeichnung der dicken Querwände nach dem Zellulosereagenz bei *Lithophyllum* die Darstellung der Tüpfel der Querwände ganz unterdrückt, bei *Lithothamnium* (z. B. S. 108, Fig. 48) werden offene Verbindungen der Zellen der Längsreihen dargestellt. Bei starker Färbung mit Bismarckbraun erhält man oft bei *Lithophyllum* eine gleichmäßig dunkel gefärbte dicke Querwand, an der die Tüpfel nicht mehr deutlich sind, so daß sich dann ähnliche Bilder wie die von Mme. Lemoine gezeichneten ergeben.

Über die Verbindung der Zellen in den Längsreihen (Poren an den Querwänden) wird in der Arbeit folgendes bemerkt (S. 35): »Les cellules d'une même file communiquent toutes les unes avec les autres; quelque fois les cellules communiquent par une partie rétrécie formant un étroit orifice (*L. calcareum*, *L. norvegicum*); mais les cellules de cette sorte sont rares et très caractéristiques; dans d'autres cas (*L. norvegicum*, cellules centrales, fig. 48, h; *L. tophiforme*, fig. 17) cet orifice étroit est remplacé par un petit canal unissant les cellules. Enfin quelque fois les cellules sont séparées par une paroi qui semble entière; cependant, par des réactifs

appropriés, on voit nettement que la communication des deux protoplasmes a lieu par un pore à travers cette paroi.«

Dazu ist zu bemerken, daß offene Verbindungen an den Querwänden nicht vorkommen. Die Tüpfel der Querwände sind durch eine dünne Lamelle geschlossen, die von einem stärkeren Ring umgeben ist. Natürlich wird hier die Gelegenheit zur Vereinigung durch Plasmaverbindungen gegeben sein, solange die Plasmakörper in den jungen wachsenden Partien noch erhalten sind. Diese Tüpfel sind an einer Stelle der Arbeit angedeutet bei *Archaeolithothamnium Sibogae* (p. 70, fig. 30). Es heißt hier: »Les cellules d'une même file montrent des points brillants à l'endroit où elles communiquent les unes avec les autres.«

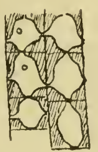


Fig. 55. *Lithophyllum Mildbraedii* Pilger. Einige Thalluszellen, die die seitlichen Tüpfel in verschiedener Höhe zeigen ($^{620}/_{1}$).

Auch bei der Betrachtung der Verbindung der Längsreihen untereinander ist keine klare Unterscheidung zwischen der Verbindung mittels Tüpfeln und der offenen Verbindung durch Resorbierung eines, häufig beträchtlichen, Teiles der Längswände gegeben. Ich halte diese Unterscheidung, die durchaus deutlich ist, für systematisch wichtig. So kommunizieren z. B. die Zellen der benachbarten Längsreihen durch große offene Verbindungen bei *Goniolithon* sowie bei *Lithophyllum africanum*, bei *Lithophyllum Kotschyanum* dagegen ist eine Verbindung der Längsreihen nur durch Tüpfel gegeben. So unterscheidet auch schon Rosanoff zwischen Poren und Kopulation von Zellen (l. c. S. 35—36). Er gibt allerdings Poren nur für die Querwände zu. Betreffs der Verbindung der Längsreihen heißt es: Nous voyons aussi une coïncidence admirable dans les phénomènes qui se passent dans les séries voisines. Pour que cela puisse s'effectuer, il faut que les ramifications des séries voisines soient en communication intime entre elles. En effet, nous voyons cette condition remplie au moyen d'une copulation très fréquente des cellules appartenant à des séries voisines.«

Verbindung der Längsreihen durch Tüpfel, nicht durch offene Kanäle ist auch bei *Corallina* und *Amphiroa* vorhanden (vergl. z. B. Kohl, l. c. p. 149, t. III. fig. 32, 32). Die Tüpfel der Längswände sind vielfach nicht auf bestimmte Wände oder Wandteile beschränkt. So zeigt z. B. Fig. 55 für *L. Mildbraedii*, daß die Tüpfel in der verschiedensten Höhe an den Längswänden auftreten; die kleinen Kreise an den beiden Zellen links deuten an, daß Tüpfel auch an den anderen Wänden vorhanden sind. Bei *Lithophyllum Cystosirae* (vergl. Fig. 53) sind die Tüpfel meist recht gleichmäßig im obersten Teile der Zellen ausgebildet.